Étude environnementale Nº 26

Le glacier marin de l'est du détroit de Lancaster et du nord de la mer de Baffin

J.R. Marko
Arctic Sciences Limited

Publié avec l'autorisation de
John C. Munro, C.P., député,
Ministre des Affaires indiennes et
du Nord canadien
Ottawa, 1981.
QS-8310-000-FF-A1
N° de cat. R71-19/26-1982F
ISBN 0-662-91674-3

Le présent rapport a été préparé sous contrat pour Pétro-Canada dans le cadre du Programme d'études sur l'environnement marin de l'Arctique de l'est (EEMAE). Les idées, conclusions et recommandations qu'il renferme sont celles des auteurs et n'engagent pas nécessairement Pétro-Canada ou le Ministère.

Contribution canadienne au Programme de l'Unesco sur l'Homme et la biosphère (MAB).

This publication is also available in English.

Table des matières

Résumé	iii
Remerciements	xv
Liste des figures	xvi
Liste des tableaux	xxiii
1. Introduction	1
2. Aperçu général	1
2.1 Historique	1
2.2 Le programme EEMAE - Pétro-Canada	13
3. L'environnement glaciel	14
3.1 Caractéristiques de la couverture glacielle	14
3.2 Caractéristiques de la glace	67
3.2.1 Epaisseur et proportions de vieille glace	67
3.2.2 Configurations typiques de la glace de dérive et dimensions des floes	77
3.3 Dérive de la glace	99
3.4 Icebergs	113
3.4.1 Documentation existante	113
3.4.2 Paramètres intrinsèques des icebergs	123
3.4.2.1 Nombres	123
3.4.2.2 Formes	131
3.4.2.3 Dimensions	136
3.4.3 Dérive des icebergs	139
4. Résumé et recommandations	192
5. Bibliographie	195
Annexe 1A: Meilleures conditions glacielles en 5 ans (20^{e} centile)	203
Annexe 1B: Conditions glacielles moyennes (50^{e} centile)	205
Annexe 1C: Pires conditions glacielles en 5 ans (80^{e} centile)	207
Annexe 2A: Concentrations de glace cartographiées à des intervalles de deux semaines, du 6 juin au 5 décembre 1978	209
Annexe 2B: Couverture de glace du détroit de Lancaster et du nord-ouest de la mer de Baffin, du 6 juin au 5 décembre	211
Annexe 3A: Concentrations de glace cartographiées à des intervalles de deux semaines, du 12 juin au 13 novembre 1979	213
Annexe 3B: Couverture de glace du détroit de Lancaster et du nord-ouest de la mer de Baffin, du 12 juin au 13 novembre 1979.	215

RESUME

Les composantes reliées à la glace de mer et aux icebergs des programmes d'études sur l'EMAE de Pétro-Canada de 1978-1979 constituent une contribution majeure au niveau de notre connaissance de la couverture glacielle du détroit de Lancaster et de le mer de Baffin. Une caractéristique particulière, relativement unique, de certaines de ces études a été leur répétition sur une période de 2 ans ou plus afin de mesurer la variabilité d'une année à l'autre.

Le présent rapport intègre les nouveaux résultats aux données et interprétations antérieures en une description de l'état actuel des connaissances de l'environnement glaciel du détroit de Lancaster et de l'ouest de la mer de Baffin.

Etudes sur la glace, Pétro-Canada-EEMAE, 1978-1979

Après un examen des travaux antérieurs, plusieurs programmes de mesure et d'analyse des données ont été inclus dans le projet EEMAE de Pétro-Canada afin de clarifier certains aspects des propriétés de la glace de mer et des icebergs dans la région. On a en particulier cherché à obtenir des renseignements concernant les populations, les dimensions physiques, les trajectoires et les antécédents généraux d'iceberg ainsi que les répartitions et les déplacements de la glace de mer. Les principaux éléments des projets individuels sont résumés au tableau 1 où sont également mentionnés les emplacements et les régions d'études illustrés à la fig. 1.1.

Les résultats du projet ainsi que les parties pertinentes des programmes océanographiques, météorologiques et biologiques associés constituent les bases à partir desquelles:

a) apprécier la menace que font peser la glace de mer et les icebergs sur les activités de forage au large et;

b) évaluer le rôle de la couverture glacielle au niveau des conséquences physiques et biologiques d'un déversement accidentel de pétrole.

Parmi les résultats considérés ici mentionnons:

1) des descriptions des modifications saisonnières de la couverture glacielle en termes de la proportion de la surface recouverte, de l'épaisseur de la glace, de la taille et de l'âge des floes. On a souligné la représentation de la variabilité d'une année à l'autre, en général en termes des conditions moyennes et extrêmes estimées. On a reconnu les emplacements et les superficies occupés par la glace fixée/consolidée ainsi que les durées des périodes de l'année associées à sa formation, sa dislocation et sa disparition.

2) les descriptions des déplacements saisonniers de la glace de mer dans l'espace et le temps et des relations entre ces déplacements et les forces motrices atmosphériques et océanographiques.

3) des données physiques quantitatives sur la population régionale d'icebergs.

Répartitions de la glace de mer

A petite échelle les processus de transformation de la couverture glacielle peuvent être, en première approximation, abordés en termes de progressions saisonnières séparées relativement indépendantes dans la mer de Baffin et le détroit de Lancaster respectivement. Dans le premier cas, la couverture glacielle d'hiver de la mer de Baffin se compose principalement de glace de première année en raison d'une fonte estivale habituellement presque complète et de l'advection limitée dans la région. La couverture d'hiver est généralement totale ou de 10/10 sauf dans la "North Water" adjacente au détroit de Smith et au sud-est où une grande bande d'eau libre s'étend en direction du nord le long de la côte ouest du Groenland jusqu'à très approximativement 71°N.

La dislocation de cette couverture glacielle d'hiver commence en avril par l'extension de la North Water et des zones d'eau libre de l'ouest du Groenland respectivement en direction du sud et du nord. D'une manière caractéristique, en juillet les importantes concentrations de glace de dérive dans la mer de Baffin se confinent à une large bande limitée par les 67^{e}, 76^{e} parallèles et les 60^{e} et 70^{e} méridiens. Cette glace disparaît d'une manière caractéristique en septembre, ses derniers vestiges persistant généralement aux environs de la baie Home près de 68°N au large de la côte est de la terre de Baffin. Une plate-forme de glace côtière fixée à la terre de Baffin s'avance souvent jusqu'à 70 km ou plus au large de la côte est de l'île. La dislocation et la disparition de cette glace surviennent généralement en juillet et en août. De petites quantités de glace provenant de la dislocation et des processus de dégagement des détroits de Lancaster, de Jones et Smith pénètrent dans la mer de Baffin en août et en septembre. La nouvelle glace commence à se former dans la partie nord de la région en septembre et en octobre. D'une année à l'autre les variations du processus printannier-estival de dégagement correspondent généralement à des différences d'environ un mois entre l'observation des conditions extrêmes ("pires" et "meilleures"). Il arrive relativement souvent que la glace de dérive ne disparaisse pas complètement.

Quoique très peu d'études quantitatives du phénomène aient été effectuées, on pense actuellement que les taux de disparition dépendent de la combinaison des configurations des vents de printemps et d'été et des courants près de la surface.

TABLEAU 1

ÉTUDES RELIÉES À LA GLACE, PETRO-CANADA-EEMAE

1978-1979

COMPOSANTES	PÉRIODE	ORGANISME	DESCRIPTION
1. Relevés aériens d'icebergs	juillet à octobre 1978, 1979	NORCOR Engineering & Research Ltd., Pétro-Canada Ltée (J. Miller)	Relèvements presque quotidiens des positions, estimations de la forme et des dimensions d'icebergs dans la mer de Baffin près de l'entrée du détroit de Lancaster.
2. Poursuite d'icebergs par satellite	août 1978 - octobre 1980	Arctic Sciences Ltd.	Précision intermédiaire (0,5 à 2,5 km) relèvement de la position des icebergs plusieurs fois par jour dans l'ouest de la mer de Baffin de 76°N au détroit d'Hudson.
3. Poursuite d'icebergs au moyen de radars terrestres	juillet à octobre 1978	Seakem Oceanography Ltd. et NORCOR Ltd.	Poursuite d'icebergs à de courts intervalles (20 min.) dans l'est du détroit de Lancaster et la mer de Baffin à l'est de l'île Devon.
4. Profilométrie d'icebergs	août 1978	Ice Engineering Ltd.	Mesures du tirant d'eau et des dimensions émergées d'icebergs à l'aide du sonar et des techniques ordinaires.
5. Résumés statistiques sur la glace de mer	mai à octobre 1959 à 1974	Pétro-Canada Ltée (J. Miller)	Transformation en numérique et obtention de représentations statistiques à partir des renseignements sur la composition de la glace de surface et la taille des floes tirés des cartes hebdomadaires de l'état des glaces du SEA.
6. Études des vitesses des floes sur les imageries de satellites	1974 à 1979	Arctic Sciences Ltd.	Calcul des vitesses et obtention de configurations saisonnières à partir des données sur les déplacements tirées des imageries satellites NOAA et Landsat.

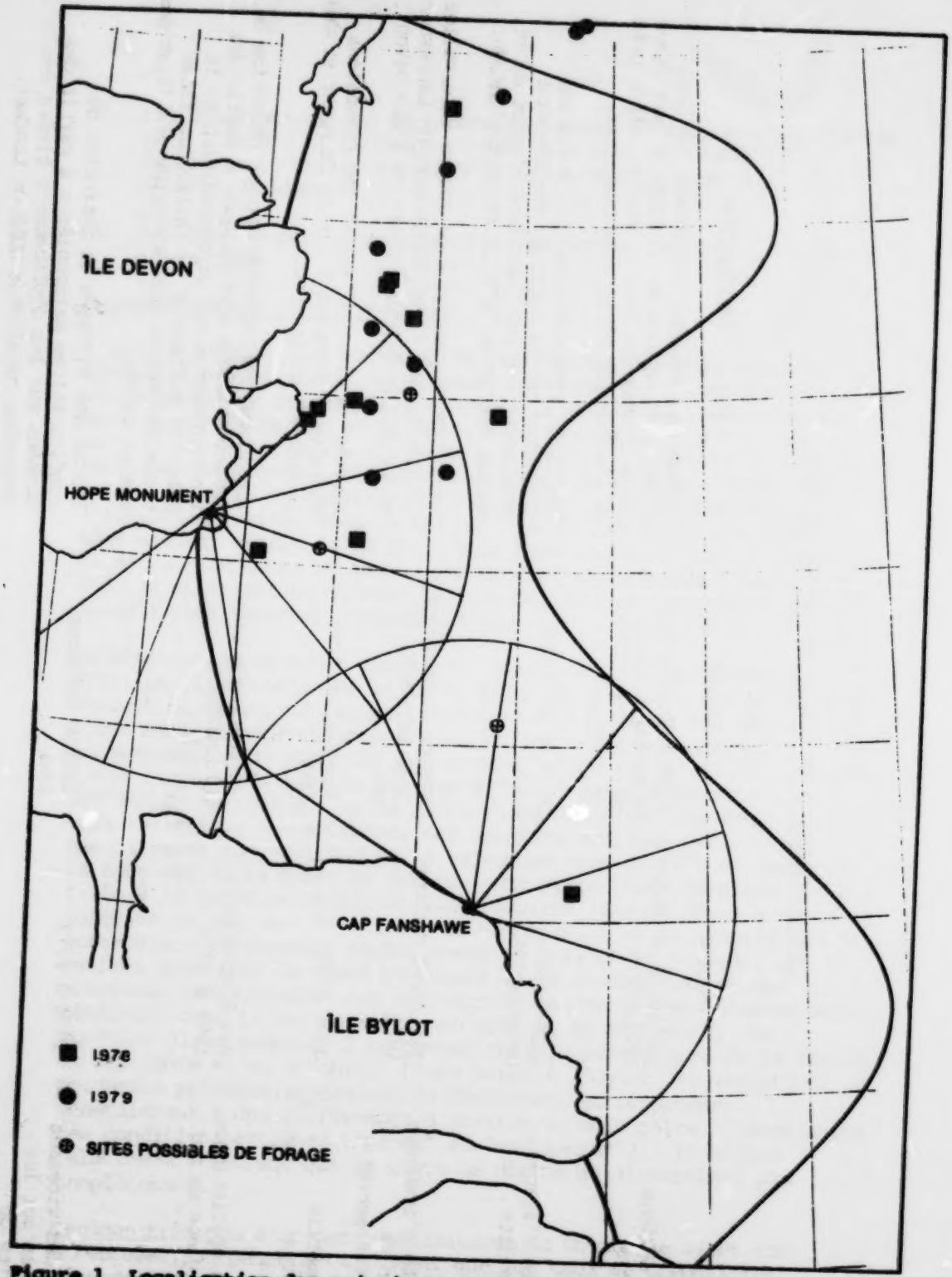


Figure 1 Localisation des principaux travaux sur le terrain, programmes Pétro-Canada-EPAE de 1978-1979 reliés à la glace, incluant une représentation des emplacements initiaux des icebergs suivis par satellite en 1978 et en 1980, portée approximative des stations radars de Hope Monument et du cap Fanshawe (demi-cercles) et limites des relevés aériens de la position et des dimensions des icebergs (lignes épaisses).

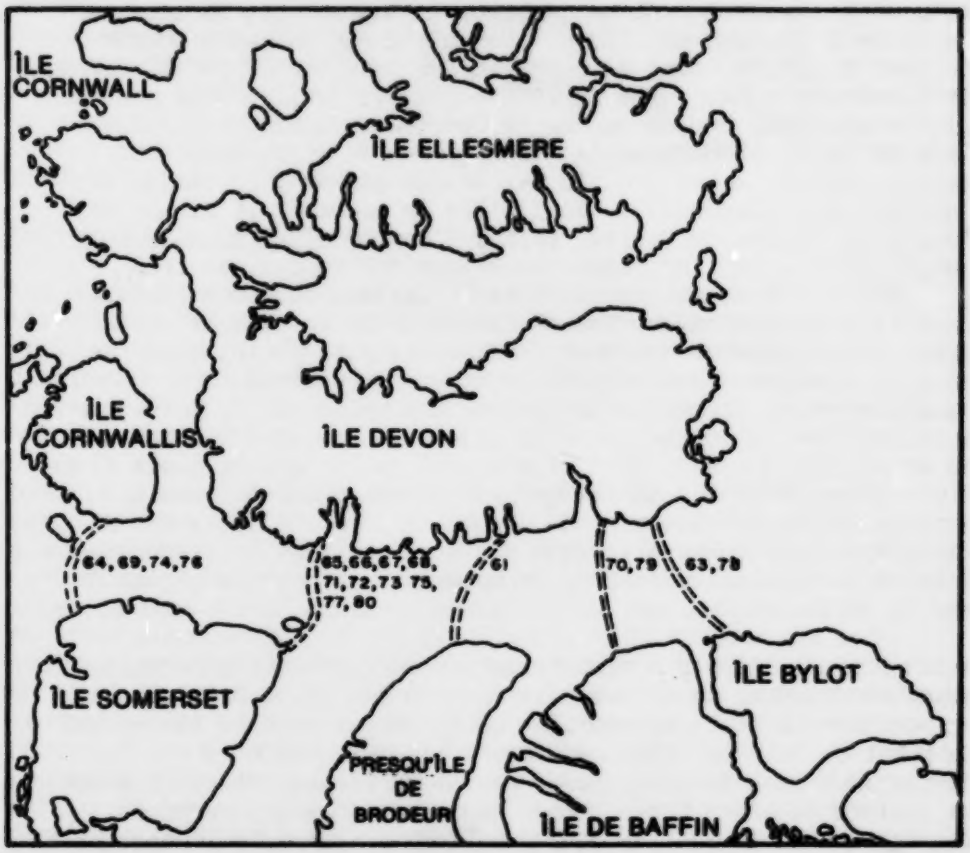


Figure 2 **Emplacements annuels approximatifs de la lisière de glace fixée stable d'hiver, 1961 à 1980.**

Dans le détroit de Lancaster et le détroit de Barrow, qui est la section adjacente du passage Parry, la situation est compliquée par la présence d'une couverture de glace fixée qui s'étend d'un côté à l'autre du passage. Cette glace fixée fait partie de l'immense couche de glace fixée/consolidée qui recouvre la plupart des chenaux de l'archipel arctique pendant l'hiver et le printemps. Dans le passage Parry la couverture peut apparaître dès novembre ou persister jusqu'en avril. La dislocation de cette couverture de glace commence généralement en juillet. D'importantes variations, d'une année à l'autre, de l'extension vers l'est de cette couche de glace sont observées comme l'indiquent les positions approximatives de la lisière de glace fixée de 1961 à 1980 (fig. 1.2). La position la plus couramment occupée par cette lisière de glace est adjacente à l'île du Prince-Léopold à l'angle nord-est de l'île Somerset. Néanmoins, pendant à peu près la moitié des années pour lesquelles des données sont disponibles, la lisière de glace était située soit à l'ouest du détroit de Barrow, soit à l'est du détroit Lancaster. Ces déplacements sont importants en raison des conditions très différentes des côtés est et ouest de la lisière de glace fixée. Pendant la période d'hiver, les régions à l'est de la limite sont occupées par un mélange de floes immenses et plus petits dont les dimensions atteignent souvent 100 km et qui se déplacent irrégulièrement en direction de l'est à des vitesses caractéristiques de 10 km/jour. Ce processus entraîne l'existence d'une étroite zone d'eau libre adjacente à la lisière de glace fixée et d'une glace de dérive mobile qui s'épaissit progressivement pendant sa dérive en direction de l'est. A l'entrée de la mer de Baffin l'épaisseur caractéristique de la glace lisse est légèrement inférieure à l'épaisseur de 2 m, caractéristique pour la région de la mer de Baffin.

A la fin d'avril, il n'y a plus formation de quantités importantes de nouvelle glace et la dérive constante en direction de l'est des floes mobiles qui restent, entraîne généralement vers la fin de mai ou le début de juin la présence d'eau libre ou de faibles concentrations dans la plus grande partie du passage Parry, à l'est de la lisière de glace fixée. Dans ces circonstances, on peut facilement constater que les deux positions extrêmes, à l'ouest et à l'est, de la lisière correspondent alternativement à des conditions très différentes pendant le printemps et l'été sur presque toute la longueur des détroits de Barrow et de Lancaster. Une lisière située à l'ouest entraîne habituellement un dégagement sur toute la longueur de ces secteurs de la fin de mai jusqu'en juillet alors que commence la dislocation de la banquise consolidée qui reste. D'autre part, pendant cette même période si la lisière est située à l'est, la même région est presque entièrement couverte d'une masse de glace consolidée épaisse de 2 m à l'origine. Dans le dernier cas, même après la dislocation, la dispersion de l'immense masse de glace du secteur entraîne habituellement des conditions de glace difficiles

pendant une bonne partie de la période d'été qui reste dans le détroit de Lancaster et le secteur adjacent de la mer de Baffin. En plus de ces conséquences évidentes sur les conditions glacielles dans la région, les propriétés thermiques et radiatives différentes de l'eau libre et de l'eau recouverte de glace constituent une source majeure de variabilité du bilan énergétique régional.

Des modifications moins importantes sont également apparentes d'une année à l'autre au niveau de l'étendue et des dates de dislocation, des plates-formes régionales de glace fixée côtière. En plus de la zone étendue de glace fixée déjà signalée au large de la terre de Baffin, il existe d'importantes concentrations de ce genre de glace au large de la côte est de l'île Devon, de l'île Philpots et en bandes plus étroites et de largeurs plus variables le long des côtes nord et est de l'île Bylot.

Mouvements de la glace de mer

Les données concernant les mouvements de la glace de mer ont été tirées d'un enregistrement d'imageries satellites pendant une période de 7 ans. Au moins deux configurations saisonnières distinctes associées respectivement aux périodes de novembre à mai (hiver - début du printemps) et de mai à octobre (printemps et été) ont été découvertes.

Dans le premier cas, tel que noté précédemment, la dérive de la glace pendant l'hiver dans le passage Parry a tendance à éloigner la glace mobile de la lisière de glace fixée. Le calcul des moyennes quotidiennes de vitesses observées de dérive des floes pour des zones carrées d'égales superficies, révèle des vitesse en direction de l'est caractéristiquement de l'ordre de 10 km/jour qui sont quelque peu plus élevées pendant les périodes du début de l'hiver et du début du printemps. Ces vitesses de dérive ont aussi apparemment tendance à être plus élevées au sud du passage. L'écoulement résultant vers l'est de glace sortant de l'extrémité est du détroit Lancaster rejoint la dérive uniforme de 10 à 15 km/jour dans la partie nord-ouest de la mer de Baffin, dont une composante en direction de l'est a été observée jusqu'à 76° de longitude ouest.

Pendant la période de printemps et d'été, la dérive simple et plutôt uniforme d'hiver est remplacée par une configuration plus complexe qui ressemble énormément à la répartition des courants de surface constatée dans le cadre de la partie océanographique du programme BEMAS de Pétro-Canada. Dans ce cas, le mouvement de la glace est très concentré en courants bien définis qui coincident avec la partie centrale du courant de Baffin, portant au sud le long du talus continental dans la partie nord-ouest de la mer de Baffin avant de faire une intrusion du nord vers le sud dans la partie est du détroit de Lancaster, pour retourner dans la mer de Baffin où il coule

en direction du sud-est au-delà de l'île Bylot et de la terre de Baffin. Les vitesses de dérive atteignent couramment de 50 à 75 km/jour dans les parties rapides de l'écoulement intrusif. D'autre part, on a également identifié des régions adjacentes correspondant à une zone d'écoulement faible et désordonné où les effets du vent sont importants et les vitesses modérées, ainsi que des écoulements temporaires ressemblant à des tourbillons qui ont été identifiés dans la cadre des études océanographiques.

Icebergs

La grande majorité des icebergs de la région de l'ouest de la mer de Baffin et du détroit de Lancaster proviennent de glaciers côtiers de l'ouest de Groenland. Après leur vêlage, ou arrivée dans la mer, ces icebergs se déplacent généralement en direction du nord le long de la côte ouest du Groenland avant de prendre la direction de l'ouest quelque part dans la partie nord de la mer de Baffin pour ensuite pénétrer dans le courant de Baffin portant au sud. Ce courant coule le long de la bordure est de l'archipel Arctique et comporte une importante intrusion dans la partie est du détroit de Lancaster.

Des relevés aériens et au radar pendant une période d'environ 11 semaines en 1978 ont permis de dénombrer dans la région d'observation approximativement 1 500 icebergs distincts dont la longueur était de plus de 50 m. En 1979 on signalait une petite diminution d'environ 20% de cette population d'icebergs.

Pour des périodes plus courtes, les données obtenues à l'aide du radar en 1978 révèlent une augmentation progressive pendant l'été des nombres d'icebergs qui étaient 2,5 fois plus élevés à la fin de la saison qu'au début. D'importantes fluctuations aléatoires des nombres d'icebergs, dont l'intensité augmentait pendant la période de la fin de l'été et du début de l'automne, ont également été observées. Des "pulsations" prévues de grands nombres d'icebergs arrivant presque simultanément ont été enregistrées à quelques intervalles de temps très courts.

Les dimensions médianes des icebergs étaient de l'ordre de 150 m pour la longueur, 8 m pour la hauteur (au-dessus du niveau de l'eau et de $0,4 \times 10^6$ tonnes pour la masse. On a estimé que le plus gros des icebergs observés avait une masse de 63×10^6 tonnes, tandis que le plus grand tirant d'eau mesuré lors d'un relevé de 35 icebergs était de 220 m.

Les irrégularités des répartitions spatiales des icebergs étaient reliées aux configurations de déplacements relativement bien établies et illustrées par les trajectoires de 21 icebergs suivis par satellite présentées aux figures 3 a et b. Ces trajectoires d'icebergs suivent de près les configurations de l'écoulement déduites de mesures effectuées à l'aide de courantomètres ancrés et de la dérive de la glace de mer ainsi que de bouées dérivantes. Les courants près de la surface et plus profonds semblent avoir une influence dominante sur le déplacement des icebergs. Approximativement 90% des icebergs suivis à partir de la région à l'est des îles Devon et Coburg pénétraient dans le détroit de Lancaster, la plupart d'entre eux passant dans un secteur situé à proximité de l'angle sud-est de l'île Devon où des densités d'icebergs particulièrement élevées ont été enregistrées dans le cadre du programme d'observations au radar. Seulement deux des icebergs suivis ont pénétré plus loin à l'ouest que 83°O dans le détroit de Lancaster. La plupart des icebergs avaient tendance à suivre les principales trajectoires de l'écoulement intrusif à des vitesses (fig. 4) comparables à celles des courants près de la surface.

Les données sur les trajectoires indiquent également la présence de déplacements d'icebergs ressemblant à des tourbillons principalement au nord et à l'est de l'île Bylot. Ces déplacements se produisent en des endroits précis, mais ne semblent pas constituer des caractéristiques permanentes de la configuration de la circulation des icebergs. Ils ressemblent de ce fait aux caractéristiques temporaires de l'écoulement modéré identifiées dans la région dans le cadre des études océanographiques.

En quittant le détroit de Lancaster et en passant par les zones de tourbillons à l'est de l'île Bylot, les icebergs ont tendance à se déplacer vers le sud-est au-dessus du talus continental à l'est de la terre de Baffin. Dans cette région les vitesses moyennes de dérive des icebergs qui se déplacent ont tendance à être de l'ordre de 15 à 20 km/jour. Toutefois, les courants de surface ayant tendance à suivre les courbes bathymétriques poussent certains icebergs vers la côte le long de canyons sous-marins qui entaillent la plate-forme continentale en plusieurs endroits. Ces icebergs échouent généralement dans les régions peu profondes adjacentes. Ils ne s'échappent pour retourner à l'écoulement principal le long du talus continental que pendant la période de la fin de juillet au début de novembre alors que les côtes sont en partie ou complètement libres de concentrations impénétrables de glace fixée. L'examen des données de 1978 à 1979 sur les trajectoires entre courants, bathymétrie et processus glaciels, semble indiquer que le temps de passage moyen d'un iceberg de l'île Bylot au cap Dyer au nord du détroit de Davis peut être de deux à trois ans.

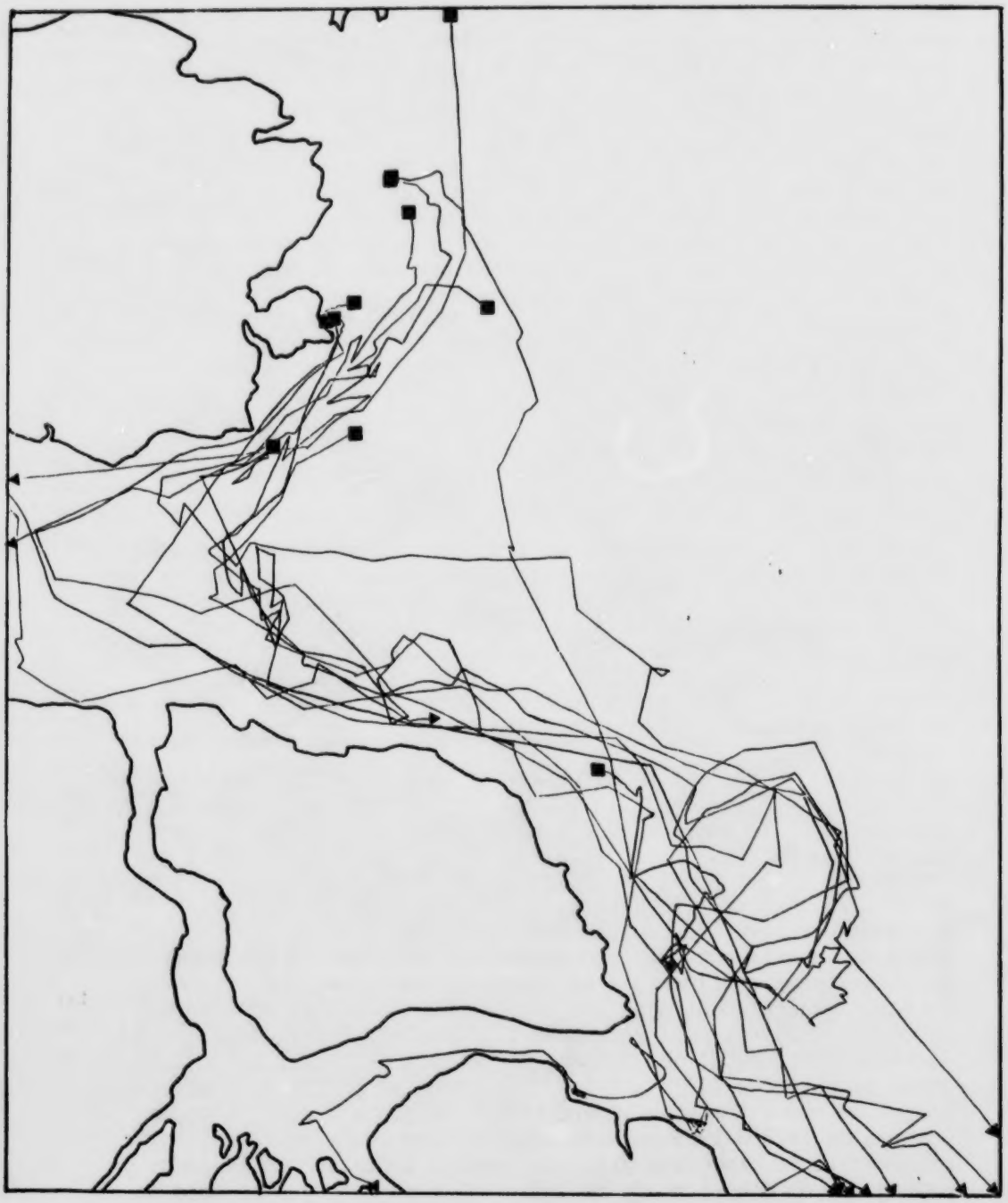


Figure 3a Trajectoires d'icebergs à la dérive obtenues à partir de données satellites, 1978.

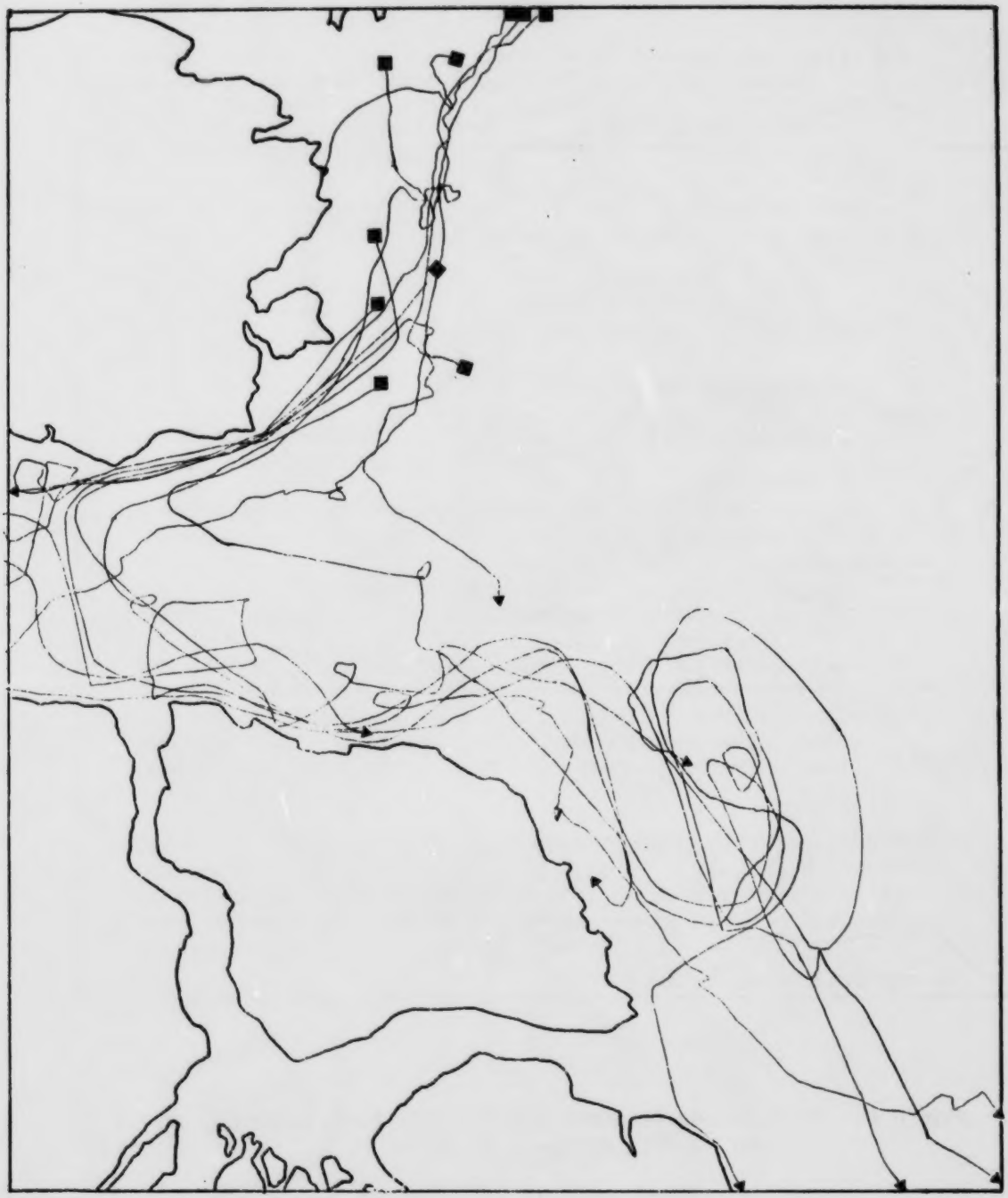


Figure 3b Trajectoires d'icebergs à la dérive obtenues à partir de données satellites, 1979.

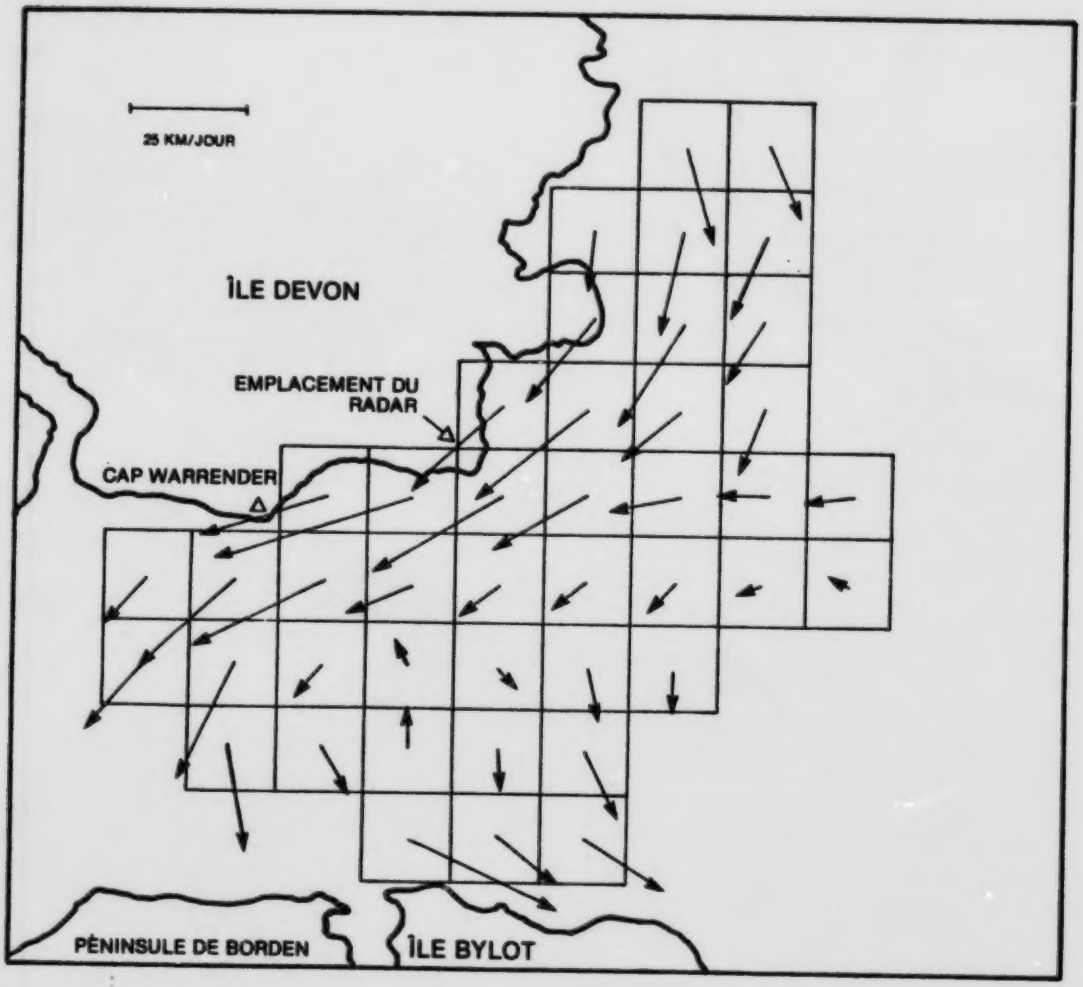


Figure 4 Vecteurs des vitesses moyennes par zone, icebergs suivis au radar de Hope Monument en 1978.

Remerciements

Le présent rapport et une bonne part des recherches originales sur lesquelles il est basé, ont été parrainées par Pétro-Canada dans le cadre du programme d'études multi-disciplinaires sur l'environnement marin de l'Arctique de l'est (EEMAE), une entreprise conjointe de l'industrie et du gouvernement.

De nombreux organismes et personnes ont contribué à cette étude. Nous désirons en particulier remercier et exprimer notre gratitude:

à MM. S.W. Speller, G. Glazier, B. Jonasson, J. Miller, J.M. Semples et le Dr J. Buckley ainsi que R. Wallace pour leur appui indéfectible et leur aide pendant les travaux.

au Dr H. Melling de l'Institut des Sciences de la mer de Patricia Bay pour les nombreux entretiens qu'il nous a accordés et d'avoir mis à notre disposition les résultats préliminaires de ses études sur la mer de Beaufort.

à MM. J.R. Birch, D.B. Fissel et D.D. Lemon d'Arctic Science Ltée pour avoir en général prêté leur concours aux entretiens et pour avoir partagé leurs vues sur la relation entre la glace de mer des icebergs et sur l'océanographie du détroit de Lancaster et de la mer de Baffin.

aux équipes scientifiques et techniques d'autres contractants dans le cadre du programme EEMAE de Pétro-Canada; en particulier MM. R. Brown et R.J. Eley de la NORCOR Engineering and Research ltée ainsi que B. de Lange Boom de la Seakem Oceanography pour avoir fourni des documents et s'être prêtés à des entretiens.

Personnel technique et au personnel de bureau d'Arctic Sciences, et en particulier à M. Wilson, D. Knight, S. Taylor, L. Miller et J. Oberski pour le traitement des données et des mots et pour leur aide au niveau du dessin et de la préparation du texte.

LISTE DES FIGURES

1.1	Principal secteur d'intérêt dans le détroit de Lancaster et nord-ouest de la baie Baffin	2
1.2	Ensemble de la région du détroit de Lancaster	3
3.1.1 (a)	Couverture glacielle dans la mer de Baffin et l'archipel Arctique, 19 au 24 avril 1955	16
3.1.1 (b)	Couverture glacielle dans la mer de Baffin et l'archipel Arctique, 1er au 6 juin 1955	17
3.1.1 (c)	Couverture glacielle dans la mer de Baffin et l'archipel Arctique, 13 au 18 juin 1955	18
3.1.1 (d)	Couverture glacielle dans la mer de Baffin et l'archipel Arctique, 1er au 6 juillet 1955	19
3.1.1 (e)	Couverture glacielle dans la mer de Baffin et l'archipel Arctique, 1er au 6 août 1955	20
3.1.1 (f)	Couverture glacielle dans la mer de Baffin et l'archipel Arctique, 1er au 6 septembre 1955	21
3.1.1 (g)	Couverture glacielle dans la mer de Baffin et l'archipel Arctique, 7 au 12 octobre 1955	22
3.1.1 (h)	Couverture glacielle dans la mer de Baffin et l'archipel Arctique, 25 au 30 novembre 1955	23
3.1.2	Limites mensuelles moyennes de la concentration de glace de 4/10 à 5/10: a) 1952 à 1960 b) 1961 à 1970.	24
3.1.3	Imagerie satellite NOAA, est du détroit de Parry, 16 avril 1975	26
3.1.4	Imagerie satellite NOAA, est du détroit de Parry, 8 février 1976	26
3.1.5	Emplacement annuel approximatif de la lisière de glace stable d'hiver, 1961 à 1980	27
3.1.6	Englacement et débâcle de janvier à avril en 1975 et en 1976	30
3.1.7	Englacement et débâcle de juin à novembre en 1975 et en 1976	31

3.1.8 (a-m)	Concentrations de glace cartographiées à deux semaines d'intervalle, du 18 juin au 3 décembre 1975	32-45
3.1.9 (a-m)	Concentrations de glace cartographiées à deux semaines d'intervalle, du 16 juin au 1er décembre 1976	46-59
3.1.10 (a)	Imagerie satellite NOAA, illustrant la formation de chenaux traversiers temporaires, 23 décembre 1975	61
3.1.10 (b)	Imagerie satellite NOAA, illustrant la formation de chenaux traversiers temporaires, 28 janvier 1976	61
3.1.11 (a)	Imagerie satellite NOAA, est du détroit de Parry, 20 janvier 1978	64
3.1.11 (b)	Imagerie satellite NOAA, est du détroit de Parry, 25 février 1978	64
3.1.11 (c)	Imagerie satellite NOAA, est du détroit de Parry, 10 mars 1978	64
3.1.11 (d)	Imagerie satellite NOAA, est du détroit de Parry, 26 mars 1978	64
3.1.12 (a)	Imagerie satellite NOAA, est du détroit de Parry, 28 novembre 1978	66
3.1.12 (b)	Imagerie satellite NOAA, est du détroit de Parry, 19 janvier 1979	66
3.1.12 (c)	Imagerie satellite NOAA, est du détroit de Parry, 1er février 1979	66
3.2.1	Epaisseur de la glace en fonction du temps à Resolute et à Arctic Bay.	74
3.2.2	Courbe empirique d'épaississement de la glace dans la région étudiée (NORCOR, 1978)	74
3.2.3	Epaisseur de la glace mesurée du 2 au 10 mai 1970 à bord du S.S. Manhattan	75
3.2.4	Localisation des emplacements des relevés de la couverture de glace du SEA mentionnés dans le texte	76
3.2.5	Imagerie Landsat montrant une ceinture de glace, 17 septembre 1977	91

3.2.6	Imagerie Landsat montrant une spirale de glace, 9 juin 1974	92
3.2.7 (a)	Imagerie Landsat, 20 juin 1974, est du détroit de Lancaster	93
3.2.7 (b)	Imagerie Landsat, 21 juin 1974, est du détroit de Lancaster	94
3.2.7 (c)	Imagerie Landsat, 22 juin 1974, est du détroit de Lancaster	95
3.2.8	Probabilités exprimées en pourcentages que la concentration de floes moyen (100m) soit supérieure à 3/10 et à 8/10 - emplacement 520	96
3.2.9	Probabilités exprimées en pourcentages que la concentration de floes moyen (100m) soit supérieure à 3/10 et à 8/10 - emplacement 502	97
3.2.10	Probabilités exprimées en pourcentages que la concentration de floes moyen (100m) soit supérieure à 3/10 et à 8/10 - emplacement 598	98
3.3.1	Itinéraires de plusieurs navires emprisonnés dans les glaces. Les vitesses nettes moyennes sont données pour les principaux segments de chaque itinéraire.	100
3.3.2 (a)	Trajectoires de floes observées sur l'imagerie satellite NOAA, mars à mai, 1976 à 1978	102
3.3.2 (b)	Trajectoires de floes observées sur l'imagerie satellite NOAA, juin à octobre, 1976 à 1978	103
3.3.2 (c)	Trajectoires de floes observées sur l'imagerie satellite NOAA, novembre à février, 1976 à 1979	104
3.3.3 (a)	Limites des zones utilisées par le calcul des vitesses moyennes dans l'est du passage de Parry	105
3.3.3 (b)	Répartition des vitesses moyennes des floes dans l'est du détroit de Parry en fonction de la zone et de la période de l'année. Les nombres de mesures utilisées par le calcul de chacune des vitesses moyennes sont indiqués.	106
3.3.4	Moyennes vectorielles des trajectoires de floes observées sur l'imagerie satellite Landsat, juin à octobre, 1974-1979	109

3.3.5	Moyennes vectorielles des trajectoires de floes observées sur l'imagerie satellite Landsat, mars à mai, 1974-1979	110
3.4.1	Principaux glaciers de l'ouest du Groenland qui vêlent	112
3.4.2	Dénombrements d'icebergs effectués en août 1949 dans la mer de Baffin et les voies navigables adjacentes	115
3.4.3	Dénombrements d'icebergs effectués en 1969 dans la mer de Baffin	116
3.4.4 (a)	Densités des icebergs, septembre et octobre, 1963 à 1969	118
3.4.4 (b)	Densités des icebergs, 1968 à 1970	119
3.4.4 (c)	Densités des icebergs, août à octobre, 1971	120
3.4.5	Positions initiales des icebergs suivis par satellite en 1978 et en 1979 et zones de couverture des stations radar terrestres	121
3.4.6 (a)	Répartition des icebergs, le 7 août 1979	124
3.4.6 (b)	Répartition des icebergs, 24 août 1979	125
3.4.7	Nombres des icebergs observés pendant des périodes de six heures à la station radar de Hope Monument en 1978: a) 1ère semaine; b) 2e et 3e semaines; c) 4e et 5e semaines; d) 6e et 7e semaines; e) 8e et 9e semaines; f) 10e et 11e semaines.	126-128
3.4.8	Répartition globale des observations d'icebergs effectuées de la station radar de Hope Monument en 1978. Les secteurs marqués d'astérisques sont caractéristiquement associés à d'importantes vitesses de la glace et de l'eau.	129
3.4.9	Icebergs observés à bord du navire de ravitaillement "Orion Arctic" du 7 août au 24 septembre 1973	132
3.4.10	Pourcentages d'icebergs enregistrés par région au cours de missions d'étude des glaces	133

3.4.11	Terminologie de la classification des formes d'iceberg	135
3.4.12	Distribution cumulative des longueurs des icebergs à la flottaison	137
3.4.13	Distribution cumulative des hauteurs des icebergs	137
3.4.14	Distribution cumulative des superficies des icebergs à la flottaison	138
3.4.15	Distribution cumulative des masses des icebergs	138
3.4.16	Trajectoires d'icebergs à la dérive obtenues à partir de données satellite, 1978	140
3.4.17	Trajectoires d'icebergs à la dérive obtenues à partir de données satellite, 1979 (Fissel, 1980)	141
3.4.18 (a)	Vecteurs des vitesses moyennes des icebergs suivis par satellite en 1978	143
3.4.18 (b)	Vecteurs des vitesses moyennes des icebergs suivis par satellite en 1979	144
3.4.19	Vecteurs des vitesses moyennes par zone des icebergs suivis au radar de Hope Monument en 1978	145
3.4.20	Vecteurs des vitesses moyennes, observations aériennes en 1978 et en 1979	146
3.4.21	Configuration régionale de l'écoulement de l'eau près de la surface et méthode de classification	148
3.4.22	Trajectoire d'iceberg suivi par satellite: ID 1986, 8/9/79 au 27/11/79	150
3.4.23	Trajectoire d'iceberg suivi par satellite: ID 1995, 9/9/79 au 4/10/79	151
3.4.24	Trajectoire d'iceberg suivi par satellite: ID 1993, 8/9/79 au 16/9/79	152
3.4.25	Trajectoire d'iceberg suivi par satellite: ID 1446, 3/9/78 au 27/9/78	153
3.4.26	Données sur les courants de surface, été 1979	155
3.4.27 (a)	Trajectoires d'icebergs suivis au radar - 5 au 11 août 1978	156

3.4.27 (b)	Trajectoires d'icebergs suivis au radar - 2 au 8 septembre 1978	157
3.4.28	Trajectoire d'iceberg suivi par satellite: ID 1163, 28/8/78 au 22/12/78	158
3.4.29 (a)	Enveloppes des trajectoires des drogues dérivantes de 1978.	159
3.4.30	Trajectoires d'icebergs suivis au radar - 12 au 18 septembre 1978	160
3.4.31	Trajectoire d'un iceberg suivi par satellite: ID 1990, 12/8/79 au 7/9/79	161
3.4.32	Trajectoire d'un iceberg suivi par satellite: ID 1223, 1/9/78 au 13/10/78	162
3.4.33 (a)	Configuration générale de la dérive des icebergs, 13 au 27 juillet	164
3.4.33 (b)	Configuration générale de la dérive des icebergs, 28 juillet au 3 août	165
3.4.33 (c)	Configuration générale de la dérive des icebergs, 4 au 10 août	166
3.4.33 (d)	Configuration générale de la dérive des icebergs, 11 au 17 août	167
3.4.33 (e)	Configuration générale de la dérive des icebergs, 18 au 24 août	168
3.4.33 (f)	Configuration générale de la dérive des icebergs, 25 au 31 août	169
3.4.33 (g)	Configuration générale de la dérive des icebergs, 1er au 7 septembre	170
3.4.33 (h)	Configuration générale de la dérive des icebergs, 8 au 14 septembre	171
3.4.33 (i)	Configuration générale de la dérive des icebergs, 15 au 21 septembre	172
3.4.33 (j)	Configuration générale de la dérive des icebergs, 22 au 28 septembre	173

3.4.34	Une configuration générale de la circulation des icebergs déduite de données sur des icebergs suivis au radar (Seakem)	174
3.4.35	Trajectoire d'iceberg suivi au radar: ID 02A07, 1978	175
3.4.36	Vecteurs de vitesses moyennes, données sur les icebergs suivis par satellite en 1978	178
3.4.37	Vecteurs de vitesses moyennes, données sur les icebergs suivis par satellite en 1979	179
3.4.38 (a)	Trajectoires simplifiées d'icebergs suivis par satellite - lâchers de 1978	181
3.4.38 (b)	Trajectoires simplifiées d'icebergs suivis par satellite - lâchers de 1978 (suite)	182
3.4.39 (a)	Trajectoires simplifiées d'icebergs suivis par satellite - lâchers de 1979	183
3.4.39 (b)	Trajectoires simplifiées d'icebergs suivis par satellite - lâchers de 1979 (suite)	184
3.4.40 (a)	Trajectoires d'un iceberg suivis par satellite: ID 1162, 6/7/79 au 11/10/79	185
3.4.40 (b)	Trajectoires d'un iceberg suivis par satellite: ID 1162, 11/10/79 au 12/12/79	186
3.4.41	Vecteurs de dérive quotidienne des icebergs - moyennes zonales 1978-1979	187
3.4.42	Trajectoires d'un iceberg suivis par satellite: ID 1241, 18/9/78 au 9/10/78	188
3.4.43	Trajectoires d'un iceberg suivis par satellite: ID 1264, 21/9/78 au 2/10/78	189
3.4.44	Trajectoires d'un iceberg suivis par satellite: ID 1462, 6/7/79 au 7/12/79	190

LISTE DES TABLEAUX

3.2.1	Probabilités hebdomadaires cumulées de la concentration de vieille glace - emplacement 520.	78
3.2.2	Probabilités hebdomadaires cumulées de la concentration de vieille glace - emplacement 524	79
3.2.3	Probabilités hebdomadaires cumulées de la concentration de vieille glace - emplacement 540	80
3.2.4	Probabilités hebdomadaires cumulées de la concentration de vieille glace - emplacement 541	81
3.2.5	Probabilités hebdomadaires cumulées de la concentration de vieille glace - emplacement 557	82
3.2.6	Probabilités hebdomadaires cumulées de la concentration de vieille glace - emplacement 558	83
3.2.7	Probabilités hebdomadaires cumulées de la concentration de vieille glace - emplacement 569	84
3.2.8	Probabilités hebdomadaires cumulées de la concentration de vieille glace - emplacement 501	85
3.2.9	Probabilités hebdomadaires cumulées de la concentration de vieille glace - emplacement 502	86
3.2.10	Probabilités hebdomadaires cumulées de la concentration de vieille glace - emplacement 583	87
3.2.11	Probabilités hebdomadaires cumulées de la concentration de vieille glace - emplacement 598	88
3.3.1	Liste des composantes x(est) et y(nord) des vitesses moyennes pour les mois d'été(s) et pour les autres mois (ms) pour chaque zone.	107
3.4.1	Répartition des icebergs suivant leur forme	134

1. Introduction

La glace a été le principal obstacle physique à l'occupation, à l'exploration et à l'exploitation des régions arctiques. En conséquence l'intérêt soulevé par le problème et une certaine curiosité ont stimulé au cours des siècles l'accumulation de renseignements concernant la glace. Le présent rapport commence par un aperçu de ce processus à l'origine de notre connaissance actuelle de la couverture de glace dans l'Arctique. Cet aperçu comprend une historique des recherches effectuées dans ce domaine et une description des programmes environnementaux Pétro-Canada-EEMAE effectués en 1978-1979 dans la région du détroit de Lancaster et de la baie Baffin. Les études les plus récentes portaient en particulier sur une région d'environ 45 000 km^2 englobant le détroit de Lancaster à l'est du 83°O et les parties de la baie Baffin au large des côtes orientales des îles Devon et Bylot. Un nombre considérable de données supplémentaires a été obtenu dans les portions centrales et occidentales adjacentes du détroit de Lancaster ainsi que dans la baie Baffin au large de la côte orientale de l'île Baffin. La région où les études ont été les plus fouillées est illustrée à la figure 1.1; les lieux-dits les plus courants de la région de la baie Baffin figurent également sur la carte. Une carte semblable de l'ensemble de la région de Lancaster est également donnée à la figure 1.2.

Des descriptions de la couverture de la glace régionale ainsi que des caractéristiques et des déplacements de la glace de mer et des icebergs d'origine terrestre sont données dans les chapitres suivants du présent rapport. Dans tous les cas, nous avons pris soin de fournir une mesure de la variabilité associée aux résultats décrits d'une année à l'autre et à plus court terme.

2. Aperçu général

2.1 Historique

Les premiers comptes rendus écrits des contacts de l'homme avec la glace de mer remontent aux héroïques voyages en baies Norvégiens établis au Groenland et en Islande et des Anglais des Iles Britanniques (Mowat 1960). Les plus importants voyages d'exploration ont eu lieu autour de l'an 1000 et étaient dirigés par Erik le Rouge, Bjarni Herjolfson et Thorfinn Karlsefni. Leurs expéditions ont parcouru une grande partie de la baie Baffin pour atteindre ses côtes ouest et descendre vers le sud jusqu'à Terre-Neuve. Le succès de leurs entreprises aurait été facilité par leur coïncidence avec la période la plus favorable de la soi-disant "Petite période mégathermique" au cours de laquelle la glace serait disparue de la mer de Baffin et, ce qui est plus discutable, d'une partie de l'océan Arctique.

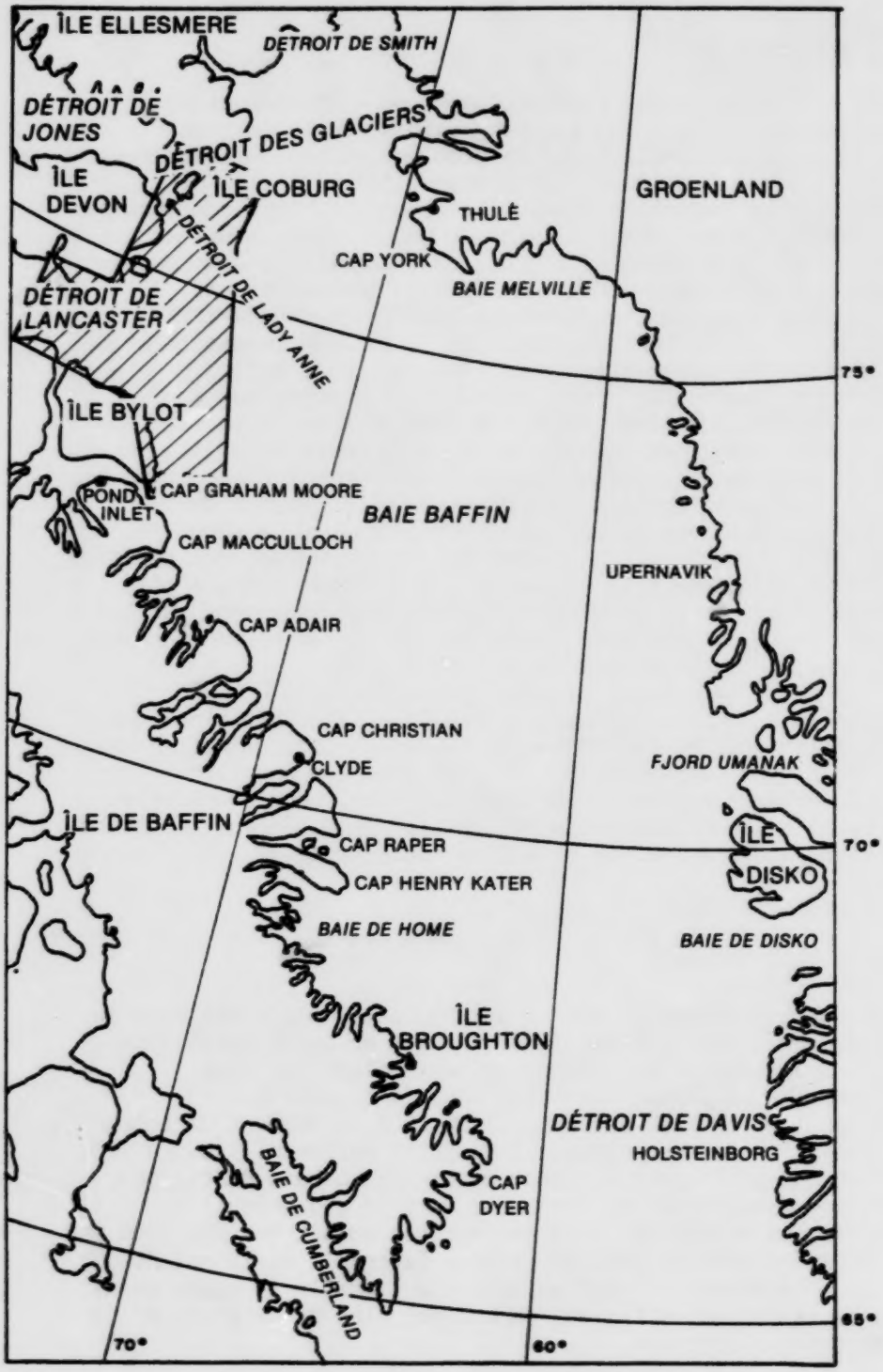


Figure 1.1 Principal secteur d'intérêt dans le détroit de Lancaster et nord-ouest de la baie Baffin

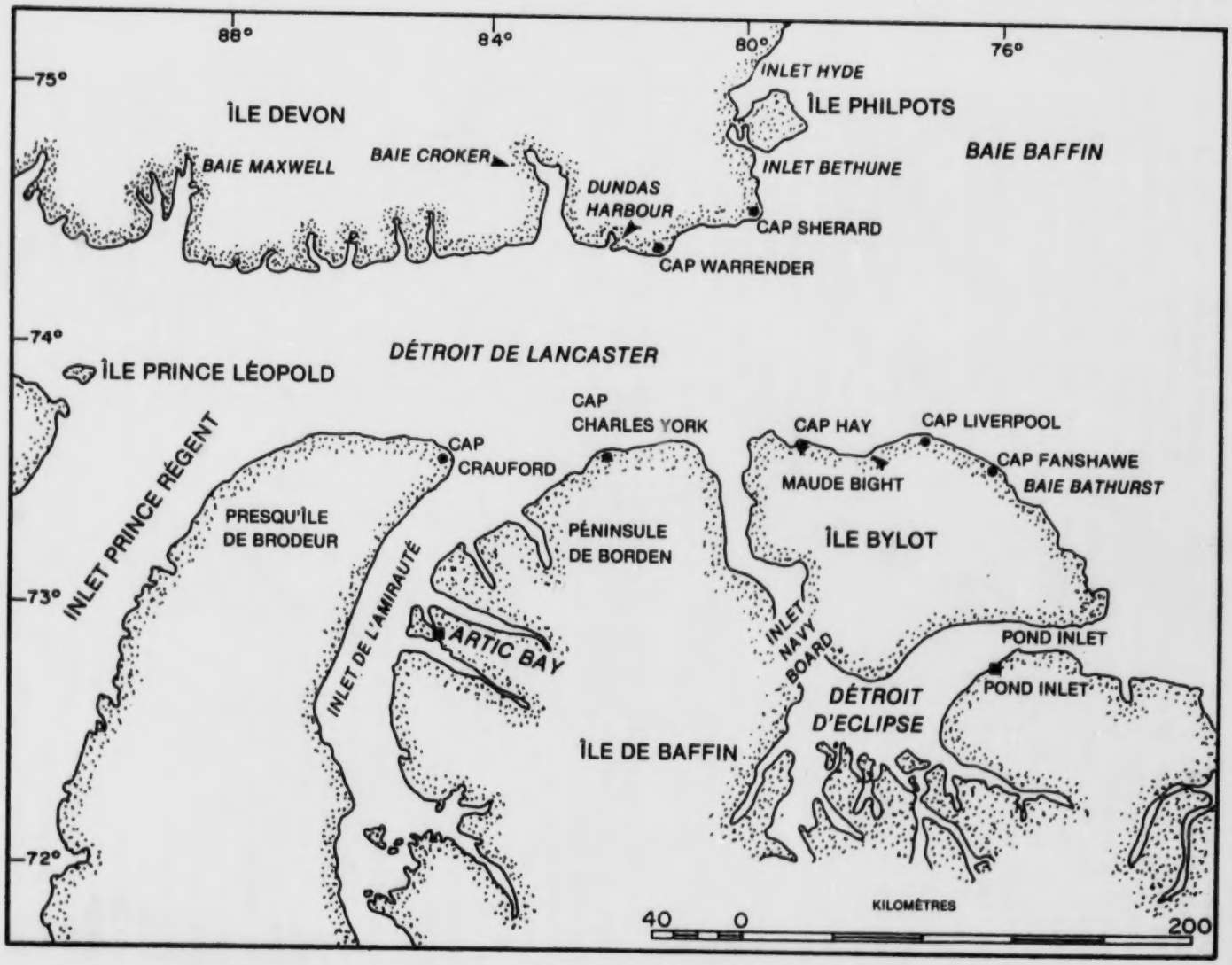


Figure 1.2: Ensemble de la région du détroit de Lancaster

Des conditions plus favorables aux études de la glace, sinon aux voyages en mer, devaient prédominer pendant la deuxième importante période d'exploration qui s'étend approximativement de l'an 1500 à l'an 1800. Cette époque chevauche la "Petite époque glaciaire" (1650 à 1850) au cours de laquelle on a constaté un refroidissement général de l'hémisphère nord. Il faut peut-être attribuer en partie, à l'aggravation de l'englacement qui devait en résulter, la diminution de l'exploration constatée à cette époque par rapport à la fin du 16^{e} et au début du 17^{e} siècles alors que Frobisher, Davis, Hudson et Bylot dirigeaient toutes les expéditions importantes. Ces derniers voyages d'exploration étaient motivés par la recherche d'une route maritime plus courte vers l'Asie et par l'expansion du commerce des fourrures de la baie d'Hudson. En conséquence, les observations sur la glace étaient encore d'un caractère pratique et menaient, par exemple, au choix de routes et de calendriers de voyage permettant de profiter des concentrations de glace caractéristiquement faibles au début de l'été le long de la côte sud-ouest du Groenland et d'éviter les régions congestionnées de l'est de l'île de Baffin. Des contributions d'envergure ont occasionnellement résulté de ces expéditions comme la découverte par Robert Bylot en 1616 de la "North Water", une vaste étendue d'eau libre et de glace mince située à l'extrémité nord de la mer de Baffin.

Ce n'est toutefois qu'à la fin des guerres napoléoniennes et au début de la période "moderne" d'exploration en 1818 que l'étude systématique des propriétés de la glace de la mer de Baffin et des régions situées à l'ouest de celle-ci fut entreprise. Pendant la première partie de cette période, les efforts sont encore en majeure partie consacrés à l'exploration géographique surtout du labyrinthe de chenaux de l'archipel de l'Arctique canadien. On devait bientôt réaliser que le détroit de Lancaster, redécouvert par Ross en 1818 et exploré par Parry en 1819 et 1820, était vraisemblablement l'entrée du passage du Nord-Ouest. Des tribulations des diverses expéditions on commença à dégager les propriétés de la glace et ses déplacements dans l'archipel. Des distinctions furent établies entre les nappes d'eau comme le détroit de McClintock où s'entassent des empilements massifs de glace de plusieurs années et celles qui, comme le détroit de Lancaster, sont généralement libres de glace pendant des périodes assez longues en été. Des dates caractéristiques pour l'englacement et la débâcle commencèrent progressivement à s'accumuler dans les journaux de bord des navires et les comptes rendus d'expéditions. Les enregistrements effectués à bord de navires bloqués par les glaces furent particulièrement utiles pour la mesure de la vitesse de dérive des glaces pendant des périodes prolongées. Pendant un grand nombre d'années, les positions signalées pendant ces dérives constituèrent les seuls renseignements disponibles sur les directions et les vitesses de ces déplacements des glaces.

Il était néanmoins difficile de tirer une connaissance détaillée ou même descriptive de la variabilité dans le temps et dans l'espace de ces banquises uniquement basée sur des observations effectuées par des hommes luttant pour survivre. Les fondements de cette connaissance commencèrent à être établis pendant le dernier quart du 19e siècle alors que d'importantes expéditions scientifiques furent organisées par le Danemark, la Suède et les Etats-Unis. Parmi celles-ci, l'expédition suédoise "Sofia" en 1883 (Hamburg 1884) et les voyages effectués en 1884, en 1886 et en 1887 dans le cadre de l'expédition danoise "Fylla" (Wandel 1891) sont les plus remarquables par le fait qu'ils permirent d'établir certains des éléments fondamentaux de l'océanographie de la mer de Baffin, du détroit de Davis et des environs du sud du Groenland. La description et l'identification de la source du courant de l'ouest du Groenland et de l'écoulement en surface vers le sud le long de la côte de l'île de Baffin étaient les premières étapes essentielles permettant d'établir la configuration du déplacement des glaces dans la baie Baffin. Les navires emprisonnés par les glaces, involontairement ou délibérément dans certains cas, continuent d'être d'importantes sources de données, en particulier parce que des scientifiques sont à bord. Ainsi les travaux de Wayprecht (1879) et de Petterson (1883) basés sur des mesures respectivement effectuées pendant les dérives du "Tegetthof" et du "Vega", constituent les premiers recueils des propriétés physiques de la glace de mer. Le plus célèbre des voyages effectués à la dérive dans la glace de l'Arctique fut dirigé par Nansen sur le "Fram" pendant l'expédition norvégienne en direction du pôle Nord de 1893 à 1896. Entre autres données précieuses, les enregistrements soignés et simultanés de la dérive et des vitesses du vent effectués par Nansen ont permis d'établir la tendance de la glace à se déplacer vers la droite du vent et ont ainsi permis des développements importants de la théorie de la couche limite que l'on doit à Ekman (1902) et à de nombreux autres chercheurs.

Des données des expéditions danoises "Ingolf" en 1895 et en 1896 ont révélé l'existence de basses températures dans la mer du Labrador par rapport à celles des étendues d'eau situées à l'est. Cette caractéristique était essentielle à la compréhension des taux de survie des icebergs à des latitudes subarctiques. Le problème de la dérive des icebergs a été étudié quantitativement pour la première fois par Mecking (1907) à partir de données recueillies par un nombre croissant de navires sillonnant les eaux septentrionales. Il fut plus tard démontré (Smith 1931) que les dénombrements d'icebergs pendant la période de 1880 à 1899 surestimaient beaucoup les nombreux icebergs présents parce que Mecking ne réalisait pas qu'il observait le même iceberg à plusieurs reprises. Ces travaux furent néanmoins importants puisqu'ils permirent d'établir une limite supérieure fiable (plusieurs milliers) pour le nombre d'icebergs qui apparaissent au sud de 48° de latitude nord.

L'intérêt croissant pour les icebergs ressort également des premières tentatives de Steenstrup (1893) visant à établir une relation entre leurs dimensions au-dessus et en dessous de la surface de l'eau. Il obtint des résultats variant de 1:7,4 à 1:8,2 pour les rapports hauteur (maximale) sur tirant d'eau (maximum), soit des valeurs approximativement égales à celles auxquelles on pouvait s'attendre pour les parties émergées et immergées des masses de glace. D'autres mesures effectuées par Rodman (1890), Krummel (1907) et Dawson (1907) permettaient d'établir que les rapports médians étaient légèrement supérieurs (1:5 à 1:6) et prouvaient de manière non équivoque que ces rapports étaient occasionnellement de beaucoup supérieurs, soit approximativement de 1:1.

Au début du vingtième siècle les travaux de recherches ont surtout visé à accumuler des enregistrements d'observations sur la glace de mer et ainsi permis de commencer à combler des lacunes importantes en océanographie. Suite à l'expédition danoise "Tjalfe" à l'ouest du Groenland en 1908, Nielsen (1909, 1928) établissait des caractéristiques importantes de la circulation à l'est et au sud de la mer de Baffin incluant le fait que les eaux chaudes sous-jacentes de l'Atlantique n'avaient aucun effet direct sur la fonte des floes dont le tirant d'eau est caractéristiquement faible puisque la température de la couche de surface reste négative pendant toute l'année dans le détroit de Davis. D'autres données importantes furent obtenues par Kolchak (1928) et pendant les tentatives d'Amundsen (1918 à 1925) pour refaire le voyage du Fram. Les données obtenues pendant cette dernière expédition, l'expédition "Maud", constituèrent les bases du traité du Malmgren (1927) sur les propriétés de la glace de mer et des considérations de Sverdrup (1928, 1929) sur les relations entre la glace, les vents et les courants.

Le naufrage du "Titanic" suite à une collision avec un iceberg en 1912 déclenchait d'importants efforts au niveau de l'étude de la glace de mer et des icebergs. En particulier, les nations dotées de marine marchande se concertèrent pour créer le Service international de recherches de glaces (SIRG). Une des tâches de cet organisme, administré par la Garde côtière des E.-U., est la collecte de données d'observations de la glace de mer et des icebergs. En incluant les rapports transmis par les navires et en établissant des corrélations avec les observations effectuées par ses propres navires, le SIRG commençait à introduire un aspect quantitatif au niveau des études sur les icebergs. Initialement les efforts ont évidemment porté sur la localisation et le dénombrement des concentrations d'icebergs, sur les vitesses de dérive, etc., afin de permettre aux sections des Grands bancs et de l'Atlantique nord du SIRG de fournir des prévisions pour le transport maritime. Cette responsabilité devait éventuellement mener à l'élaboration par la Garde côtière de l'actuel programme de surveillance océanographique, météorologique et d'autres variables de l'environnement. Initialement la collecte des données était effectuée par les vedettes affectées à la surveillance. Plus tard, des expéditions particulières furent organisées à bord du "Marion" et du "General Greene" afin d'obtenir

les données dont nous devions éventuellement tirer une bonne part de nos connaissances modernes sur le sud de la mer de Baffin, le détroit de Davis et les étendues d'eau situées plus au sud. Smith (1931) présentait un résumé des données obtenues sur la glace de mer et les icebergs. Cet ouvrage classique conférait une plus grande précision aux dénombrements mensuels des icebergs, fournissait des renseignements expérimentaux détaillés sur les propriétés de la glace de mer et des icebergs et établissait en général des fondements d'un système de prévision de l'état des icebergs basé sur un programme de collecte de données océanographiques et météorologiques. Une série de croisières de dénombrement d'icebergs effectuées à des intervalles réguliers était entreprise dans la mer de Baffin et le détroit de Davis en 1940 par le USCGC "Northland"; toutefois la guerre devait interrompre ces activités régulières du SIRG jusqu'en 1946 alors que des Catalinas PBY-5A et des Super-Fortress B-29 étaient utilisés pour de telles études. Dans la zone canadienne les données étaient obtenues à cette époque par des observateurs des glaces américains à bord d'aéronefs de l'ARC. Une attention particulière était consacrée à la glace de mer, par opposition à la surveillance des icebergs, lorsque des renseignements de ce genre étaient nécessaires pour les convois de navires d'approvisionnement en route vers la base des forces aériennes américaines à Thulé au Groenland. Le programme d'observation du U.S. Naval Hydrographic Office qui devait par la suite être mis sur pied était entrepris en 1952 et les résultats des relevés de la concentration et des caractéristiques de la glace étaient publiés pour la première fois l'année suivante (USN Hydrographic Office 1953-1959, 1962-1965).

La responsabilité de la reconnaissance des glaces dans le secteur canadien incombait à l'origine en 1957 à la Division de la météorologie de base de la Direction de la météorologie canadienne et les rapports de cet organisme évoluèrent progressivement pour devenir les actuels rapports saisonniers, pronostics et cartographies hebdomadaires de la répartition des concentrations de glace, de l'âge de la glace, des dimensions des floes, etc., produites par le Centre de prévisions des glaces du Service de l'environnement atmosphérique. Plus tard des résumés statistiques de ces données furent dressés par Markham (1975, non-publié) pour des régions de la mer de Beaufort et du secteur du détroit de Lancaster et de la baie Baffin présentant un intérêt particulier. Au Canada des efforts additionnels dans des domaines moins directement reliés aux routes maritimes furent entrepris en 1961 dans le cadre de l'Etude du plateau continental polaire du ministère de l'Energie, des Mines et Ressources. En plus de résumés annuels de données dans ces domaines (Black, 1961 à 1963), (Seifert non-publié) des cartes détaillées des conditions glacielles à des intervalles d'approximativement deux semaines sont dressées pour la plus grande partie de l'archipel Arctique et regroupées sous forme d'atlas pour la période de 1961 à 1974 (Lindsay 1976, 1977) dans le

cadre de ce programme. Cette représentation s'est avérée à plusieurs égards, plus utile que celles utilisées dans plusieurs des documents abrégés antérieurs (Swithinbank 1960, et Deutsches Hydrographisches Institut 1950).

La disponibilité de données détaillées sur la glace a stimulé plusieurs études théoriques visant à mettre au point des méthodes de prévisions pour la glace de mer (Brown 1954), (Corton 1954), (Callaway 1954). Basées sur une masse imposante de données sur la formation et la disparition de la glace (Bilello 1960, 1964), ces premières études sont plus tard devenues des réflexions sur la thermodynamique de la couverture de glace de mer (Walmsley 1966) (Vowinckel et Orvig 1962) et (Maykut et Untersteiner, 1971). Ces dernières études constituent en grande partie les bases d'évaluations ultérieures de scénarios de désastres comme la disparition éventuelle de la couverture de glace polaire suite à la contamination par le pétrole (Walker 1975) et les modifications du climat à long terme (Kukla 1978).

Les relevés de l'épaisseur de la glace de mer et de la glace côtière et la surveillance de la température de l'air mis à part, les années 1950 et 1960 restent caractérisées par un nombre relativement petit d'études effectuées véritablement "sur la glace". Les premières tentatives d'application de techniques nouvelles ont été effectuées pendant cette période: mesures thermométriques du rayonnement du haut des airs (SIRG 1964) techniques passives par micro-ondes et par radar (SIRG 1967) et surveillance acoustique du bruit (Milne 1963). A l'exception de cette dernière, la plupart de ces techniques ont été abondamment utilisées lors des études ultérieures effectuées par télédétection à partir de satellites, du haut des airs et de bases terrestres. Les techniques acoustiques n'ont pas encore été tellement mises en oeuvre pour l'étude non militaire de la glace, quoique Milne (1970) ait démontré la sensibilité de telles mesures à l'importance des déplacements de la glace d'hiver dans l'archipel Arctique.

Une bonne part des travaux effectués à la fin des années 1960 et au tout début de la décennie suivante ont été consacrés à l'identification des principales caractéristiques du comportement de la couverture de glace au moyen de survols et d'imageries satellites primitives. Dunbar (1969) parvenait ainsi à obtenir une valeur pour la superficie de la North Water (1.66×10^5 km^2) et déterminait les moments de l'extension maximale (mars) et de l'extension minimale (mi-septembre) de la couverture de glace dans la mer de Baffin. Aber et Vowinckel (1972) mettaient par ailleurs au point la Technique de la brillance minimale afin d'étudier l'évolution saisonnière de l'étendue de cette polynie à l'aide d'imageries satellites de faible résolution souvent obscurcies par les nuages. Plus tard, les progrès dans le domaine de dragues dérivantes suivies par satellites furent surpassés lors d'une expérience effectuée en

1970 au cours de laquelle des radiophares placés sur la couverture de glace à la dérive dans le détroit du Vicomte Melville étaient périodiquement localisés par des aéronefs de poursuite (Verral, Ganton et Milne 1974).

D'autres mesures plus classiques de la couverture de glace furent également effectuées pendant cette même période et en particulier pendant le deuxième voyage du "Manhattan" en 1970 (FENCO 1974). L'épaisseur de la glace fut mesurée le long de la route du navire dans l'ouest de la mer de Baffin et l'est du détroit de Lancaster. Des données de base sur la pression exercée par la glace sur la coque du navire ont également été obtenues et reliées quantitativement au vent et aux configurations de la côte (Bradford 1971). Des travaux expérimentaux plus généraux ont également été effectués afin d'établir le microclimat qui existe immédiatement dessous un inlandsis en formation (Lake et Lewis 1970; Lewis et Walker 1970; et Lake et Lewis 1972). Ces études tendent à montrer que la structure de la couche limite d'eau isotherme qui détermine les taux d'échange d'énergie critiques, dépend d'un grand nombre de facteurs incluant le taux de ruissellement local, l'advection et les conditions qui ont existé pendant l'été précédent. Les résultats tendent à remettre en question les déductions sur le flux vertical d'énergie basées sur des mesures effectuées à des profondeurs de un mètre ou plus sous la face inférieure de la glace.

Dans les études sur les icebergs effectuées au début des années 1970 (Feazel et Kollmeyer, 1972, et Løken et al. 1972), on s'est intéressé de près aux origines des icebergs qui arrivent jusque dans les eaux méridionales et on a en particulier cherché à déterminer les proportions d'icebergs provenant respectivement de l'ouest du Groenland, de l'est du Groenland et d'autres sources en Amérique du Nord. Løken et al. (1972) présentent dans leur étude les ordres de grandeur de la tension de rupture dans les langues glaciaires qui vêlent et constatent qu'une aire bien connue d'ensablement temporaire d'icebergs située près de Clyde sur la côte est de l'île de Baffin est associée à une moraine sous-marine qui se prolonge jusqu'en bordure de la plate-forme continentale. Des analyses des dénombrements d'icebergs effectuées dans le sud (SIRG 1971) révèlent l'existence de corrélations possibles mais inclusives avec des facteurs comme la différence de pression atmosphérique entre Belle-Ile et Ivigtut et la température de l'air en été autour d'Upernavik dont on soupçonne qu'ils règlent respectivement la vitesse de déplacement des icebergs vers le sud et l'approvisionnement en nouveaux icebergs. Une autre manière d'envisager le problème de la densité des icebergs a été proposée à la Conférence sur la glace de mer tenue à Rejkjavik en 1971 où il a été suggéré (Dunbar 1972) (voir aussi Bradley 1973) que la tendance au réchauffement des décennies 1920 et 1930 avait pris fin et que les relevés ultérieurs indiquaient une aggravation substantielle et continue de l'état des glaces dans la mer de Baffin et le détroit de Davis. Ainsi, par exemple, alors que les eaux étaient "entièrement" libres de glace en septembre pour neuf des années de 1950 à 1959,

cette situation ne s'est produite qu'une seule fois pendant la décennie suivante. Dunbar mentionnait 1963 comme date approximative du début de l'aggravation des conditions. A la même époque, on reconnaissait (Løken et al. 1971) l'interaction entre les effets de la glace de mer et des icebergs alors que Wittman (1971) suggérait que la quasi-simultanéité de l'aggravation des conditions et de la diminution des nombres d'icebergs pouvait refléter l'existence d'une interaction importante et d'un mécanisme de contrôle entre la glace de mer et les icebergs.

La physique de base du mouvement des icebergs a été étudiée en août 1972 dans le cadre d'un programme expérimental prolongé au large de la baie Saglek au Labrador (Allen 1972). Lors de cette recherche, qui a également nécessité des travaux sur le terrain pendant la saison de 1973 et 1974, les déplacements d'icebergs ont été suivis à l'aide d'un radar situé sur la côte pendant que l'on recueillait des données océanographiques et météorologiques incluant des mesures de la salinité et l'établissement de profils de la température, des relevés de la température en surface (à l'aide d'un thermomètre radiométrique de précision) et des mesures des courants à l'aide de courantomètres ancrés et de dragues dérivantes munies d'ancres flottantes dont on suivait les déplacements. Les dimensions des icebergs étaient déterminées par stéréoscopie et en établissant des profils sous-marins à l'aide du sonar. Les résultats de cette étude n'ont été mis à la disposition du public que très récemment. Presque à la même époque la Garde côtière américaine et le Service international de recherche des glaces ont entrepris des études de faisabilité de la prévision des trajectoires des icebergs à l'aide de sondes non récupérables lâchées du haut des airs qui permettent des mesures instantanées des courants de surface (Welsh et Phillips 1973), (Broida et Richardson 1972) grâce à deux flotteurs gonflés à retardement. En plus du fait que ces méthodes négligent les importants courants sous la surface, des problèmes de positionnement et d'interprétation ont empêché toute amélioration des capacités de prévision dans l'immédiat.

Reconnaissant progressivement les possibilités de la mer de Baffin et du détroit de Davis quant aux ressources, l'Association des exploitants pétroliers de l'Arctique (AEPA) parrainait en 1972 le voyage d'été du M.V. "Hans Egede" dans le cadre d'une étude régionale générale sur l'environnement. On a obtenu des données détaillées sur la forme et la taille d'environ 350 icebergs en effectuant une cartographie sommaire des conditions glacielles existantes (AEPA 1973). Même si la capacité globale de cartographie des glaces et de poursuite et de dénombrement d'icebergs était limitée par l'étendue des observations effectuées à bord, les données obtenues se sont depuis avérées utiles comme base de comparaison avec les résultats d'études plus systématiques.

Peu de temps après ce programme, en 1973 et en 1974, des études plus localisées du nord de la mer de Baffin et du détroit de Lancaster ont été effectuées à bord du M.V. "Orion Arctic" en rapport avec les projets d'exploration pétrolière de la Norland Petroleums Ltée. Pendant le voyage de 1974 on a effectué des estimations des nombres d'icebergs et de leur taille en particulier dans le secteur d'intérêt de l'est du détroit de Lancaster. En dépit des limites de visibilité, on a déduit que les densités d'icebergs étaient approximativement quatre fois supérieures aux densités moyennes d'environ un iceberg par 400 km^2 (26 icebergs/10^3 mi^2) déduites des données obtenues lors des dénombrements effectués par le SEA de 1958 à 1976 (Markham, non-publié).

Presque à la même époque (1973 et 1974), les progrès techniques dans le domaine des satellites et de la télédétection permettaient de commencer à obtenir des renseignements détaillés sur la glace de mer à l'échelle de l'Arctique. Des imageries de résolutions nominales de 80 m et de 800 m pouvaient respectivement être obtenues à l'aide des satellites Landsat et NOAA-Tiros et la bande de 8 à 11,6 microns de ce dernier satellite permettait pour la première fois de "voir" la glace pendant la période de nuit polaire d'hiver. Des examens des imageries particulières de la mer de Beaufort, du centre de l'archipel Arctique et de l'est du détroit de Parry ont été effectués par Marko (1975, 1977 et 1978) et une étude de l'ensemble de l'Arctique a été présentée par Arsenault et al. (1976). Parmi les données sur la partie est du détroit de Parry (Marko 1978), on trouve pour la première fois des estimations quantitatives des vitesses de dérive de la glace en été et en hiver et des tendances de la circulation de la glace; on constate également l'existence d'éléments importants comme une région de glace mince parallèle à la côte nord du détroit en automne et au début de l'hiver. On a également remarqué, ce qui est plus important encore, une ligne de démarcation en travers du chenal séparant une zone de glace immobile essentiellement fixe d'une zone de glace de dérive à l'est. On a constaté la présence de cette lisière de glace consolidée en un nombre limité d'endroits des détroits de Lancaster et de Barrow et elle ressemble dans une certaine mesure à la ligne de démarcation des glaces du côté nord de la polynie North Water. Cette dernière entité a été étudiée d'une façon approfondie non seulement dans les ouvrages de Dunbar (1969) et de Aber et Vowinckel (1972) cités précédemment, mais aussi par Müller et ses collègues du Projet North Water (1975).

Pendant la période de 1971 à 1977 on a travaillé, dans le cadre d'une importante étude internationale sur la glace, la Arctic Ice Dynamics Joint Experiment (AIDJEX), à la mise au point de modèles des déplacements de la glace de mer à des échelles de l'ordre de quelques dizaines de kilomètres. Malgré ses composantes hautement théoriques et mathématiques les progrès accomplis jusqu'ici dans le cadre de ce programme au niveau des instruments de collecte des données ont eu un effet considérable sur les études de la glace dans l'est de l'Arctique. On peut souligner en particulier l'importance de la mise au point d'installations de positionnement de précision

et de transmission des données faisant intervenir l'utilisation de "plates-formes" flottantes à la dérive ainsi que du Nimbus et d'autres systèmes de communication par satellite. Ces plates-formes qui sont en fait des bouées que l'on lâche du haut des airs (ADRAMS) ont été utilisées lors d'une étude approfondie de la couverture de glace de la mer de Beaufort en 1978 (Melling, sous presses). Semblablement, d'autres nouveaux outils comme le radar à antenne latérale (SLAR), le radar à ouverture synthétique (SAR) et le laser à profiler ont été abondamment utilisés pendant le programme AIDJEX. Ces appareils ainsi que le radar non imageur plus classique utilisé pour les études du détroit de Byam Martin (de Lange Boom et Davidson 1977) et du détroit de Barrow (MacNeill, de Lange Boom et Ramsden 1978) effectuées à partir de bases terrestres, permettent maintenant d'entreprendre des programmes d'étude et de surveillance des glaces quelles que soient les conditions météorologiques. En conséquence ils ont été utilisés pour l'étude d'un certain nombre de problèmes qui présentent un intérêt soutenu comme celui de la North Water (Dunbar 1979) et pour les études sur l'environnement de la région du détroit de Lancaster et de la mer de Baffin effectuées par Pétro-Canada dans le cadre du programme EEMAE.

Jusqu'ici on n'a même pas mis au point un modèle semi-quantitatif pour l'étude de la dynamique de la couverture de glace de la région du détroit de Lancaster et de la mer de Baffin. Cette situation n'est évidemment pas anormale en raison de la base de données extrêmement limitée dont on dispose. Cela reflète toutefois également d'importantes différences au niveau des caractéristiques régionales par rapport à l'océan Arctique où les principaux efforts de simulation dans le cadre du programme AIDJEX ont été concentrés jusqu'ici. Dans ce dernier cas on a surtout tenté d'établir la dynamique d'un secteur de glace de dérive renfermant principalement la glace de plusieurs années et situé au large en eau profonde. L'effet des masses de terre adjacentes était représenté par l'introduction de conditions limites simplifiées. Cette méthode ne peut de toute évidence pas convenir dans le cas du détroit de Lancaster où les largeurs du chenal sont tout juste comparables aux espacements des grillages de simulation de l'AIDJEX. Semblablement, le fait que de la glace de première année prédomine dans cette région de l'est et que les courants de surface sont normalement plus puissants, limite les possibilités d'application de la méthode utilisée dans l'océan Arctique. Une autre méthode, visant spécifiquement à décrire la circulation de la glace dans des chenaux étroits, appliquée de la formation de la lisière des glaces dans le golfe Amundsen et basée sur des analogies avec les problèmes de mécanique des sols et d'écoulement des grains a été proposée par Sodhi (1977). Jusqu'ici ni cette méthode ni un modèle démontable en plastique (Pritchard et al. 1974) n'ont été appliqués aux lisières de glace des détroits de Lancaster et de Barrow. Il serait sans aucun doute difficile d'appliquer de telles méthodes de simulation à l'heure actuelle en raison du caractère peu évolué des bases de données sur l'épaisseur de la glace, sur les concentrations de glace de première année et de plusieurs années, sur la densité des crêtes, etc. Des estimations de ces paramètres basées sur des survols et

des données satellites ainsi que sur un grand nombre de mesures de l'épaisseur de la glace effectuées dans le bassin Sverdrup ont été présentées dans une étude effectuée en 1978 (NORCOR 1978). A l'aide d'hypothèses simples sur les taux de formation et d'ablation de la glace, sur les voies par lesquelles la glace est évacuée, etc., on a estimé la valeur des principaux paramètres dans les secteurs situés le long des éventuelles voies de transport. Les résultats quant à l'épaisseur de la glace signalés pour le détroit de Lancaster sont particulièrement douteux en raison: 1) de son éloignement considérable du bassin Sverdrup que les hypothèses identifient comme source de glace de plusieurs années; 2) du fait qu'on néglige la glace de plusieurs années provenant de sources situées dans l'est de l'Arctique et 3) du fait qu'on néglige la variabilité d'une année à l'autre de l'emplacement de la limite de la banquise côtière en hiver.

Des progrès considérables ont été accomplis récemment au niveau des relations entre les conditions glacielles observées et la répartition des pressions atmosphériques qui leur sont associées. On peut en particulier signaler les corrélations établies (Crane 1979) entre la chronologie des avancées et des reculs de la glace au sud-ouest du détroit de Davis et la direction de l'écoulement de l'air telle qu'elle se présente à l'étude des situations synoptiques caractérisées par les données sur l'isobare de 700 mb. Dans leur étude d'une région géographique plus étendue Jacobs et al. (1979) signalaient des différences au niveau des tendances observées respectivement à l'est et à l'ouest de la mer de Baffin et démontraient que dans les deux secteurs les températures de l'air pendant l'été et l'hiver précédents n'étaient pas correlées avec les indices d'englacement en été contrairement à ce qui a été observé dans des secteurs mieux entourés comme le bassin de Foxe où il y a fonte in situ. Ils ont plutôt établi l'importance prédominante des systèmes de vents et de courants de la mer de Baffin. Semblablement, dans le cadre d'une étude globale de la banquise côtière, Jacobs et al. (1975) et Barry et al. (1978) ont démontré que dans le cas de ce genre de glace, la débâcle dépend de configurations de vents et de temps qui ne durent que quelques jours ce qui suggère que les analyses des conditions glacielles basées sur les vents mensuels moyens ne sont que d'une utilité limitée. Une méthode plus générale et d'une plus grande portée tenant compte de toute la région septentrionale polaire a de plus été proposée récemment par Walsh et Johnson (1979) dans le cadre d'une étude des tendances glacielles à long terme qui se poursuit.

2.2 Le programme EEMAE - Pétro-Canada

En 1978 et en 1979 Pétro-Canada entreprenait dans le détroit de Lancaster et la mer de Baffin des programmes de recherche visant à: a) évaluer les répercussions vraisemblables de l'environnement glaciel sur les explorations pétrolières proposées et b) caractériser le rôle de la glace au niveau des effets d'un déversement important de pétrole. Devant l'inexistence d'études

antérieures approfondies on a supposé que les icebergs constituaient la principale menace dans le premier cas tandis que d'autre part la glace de mer serait surtout importante au niveau de l'étendue et de la forme d'un éventuel déversement de pétrole.

En conséquence les programmes d'évaluation initiaux ont été fortement orientés vers le dénombrement et la poursuite d'icebergs à l'aide de stations de radar terrestres installées à Hope Monument sur l'île Devon et au cap Fanshawe sur l'île Bylot (voir Figure 1.1); des vols quotidiens de dénombrement et de poursuite ont été effectués et on a placé vingt plates-formes suivies par satellite sur des icebergs choisis. On a également établi au moyen du sonar à balayage latéral le profil sous-marin de 35 icebergs selon les types généraux et les dimensions au-dessus de la surface de l'eau. Les résultats de tous les programmes ont été complétés à l'aide des données pertinentes et disponibles recueillies dans le cadre de programmes océanographiques et météorologiques quasi-simultanés.

La glace de mer constituait d'autre part un sujet d'étude beaucoup moins facile à traiter en raison de son omniprésence et des énormes variations de sa répartition ainsi que des quantités en cause d'une année à l'autre. On a dû obtenir une part importante des données sur ses caractéristiques et sa répartition des relevés historiques du SEA et d'imageries satellites récentes. Ces dernières ont été des plus utiles pour illustrer la diversité des configurations auxquelles pourraient être exposées les opérations au large tant du point de vue des dangers d'accidents que de celui des problèmes de nettoyage. Les imageries constituent de plus les seules sources de renseignements directs sur la vitesse de la glace dans des secteurs relativement étendus qui peuvent être utilisés pour projeter des scénarios de transport des polluants.

Les probabilités de contamination des rivages ont été étudiées au moyen de survols au cours desquels on a effectué des enregistrements au magnétoscope, de levés de terrains et d'imageries satellites de l'interface terre-eau. On a particulièrement insisté sur l'estimation de la concentration de glace littorale. Dans la plupart des cas ce type de glace protège les rivages de la contamination. D'autre part des concentrations comparables de glace pourraient dans certains cas constituer des sources intermédiaires de pollution en piégeant le pétrole à proximité du rivage et en le maintenant à cet endroit.

Les résultats de ces études ont été compilés dans des rapports descriptifs et analytiques distincts. Leurs points saillants et leurs principales conclusions sont incorporés aux résumés environnementaux de la Section 3.

3. L'environnement glaciel

3.1 Caractéristiques de la couverture glacielle

Comme nous l'avons indiqué précédemment des données sur les paramètres de la glace recueillies pendant seize ans par le SEA ont maintenant été traduites en numériques et traitées dans le cadre du programme EEMAE de Pétro-Canada (Miller 1980). Il peut être utile de représenter la partie de ces résultats concernant la proportion de la surface de la mer couverte en termes de "meilleure de cinq années", "d'année moyenne" et de "pire de cinq années", ces désignations étant respectivement basées sur le 20^{e}, le 50^{e} et le 80^{e} centile de l'étendue des valeurs des concentrations de glace enregistrées à des intervalles hebdomadaires dans 135 emplacements individuels dans le cadre du programme d'observations du SEA. Ces configurations sont représentées sur diagramme dans l'Appendice 1 sur une base bi-mensuelle, pendant la période de mai à octobre. L'examen de ces chiffres indique que, dans les trois cas ("meilleure année", "année moyenne" et "pire année"), la glace disparaît par l'extension en direction du sud-sud-ouest de la North Water, région de faible concentration de glace. Il y a une différence d'approximativement un mois entre des stades comparables des "meilleur" et "pire" cas traités. Des écarts encore plus considérables sont évidents au niveau des taux correspondants de disparition de la glace du détroit de Lancaster.

Il peut être plus clair de relier ces modifications de la concentration locale de glace à ce qui se produit dans l'ensemble de l'est de l'Arctique et qui correspond à l'évolution de la couverture de glace pour l'année plutôt typique de 1955 (voir les cartes à plus grande échelle reproduites à la Figure 3.1.1). On constate un dégagement prononcé au nord-ouest et au sud-est et que la glace a tendance à persister dans une bande orientée nord-sud et qui s'étend de la baie de Melville jusqu'à la côte de l'île de Baffin entre le cap Adair et la mer de Cumberland. On trouve généralement les derniers vestiges de la glace de dérive d'été au voisinage du cap Dyer et de la baie de Home où en hiver des zones étendues de banquise côtière s'avancent jusqu'à environ 70 km de la côte, leur limite correspondant approximativement à la courbe bathymétrique de 180 m (Jacobs et al. 1975). Des accumulations de glace nouvelle apparaissent en premier lieu dans ces secteurs qui ne se dégagent que lentement et des concentrations peu élevées de glace persistent le plus longtemps à l'extrême nord-ouest de la mer de Baffin et le long de la côte sud-ouest du Groenland.

Dunbar (1972) (Figure 3.1.2) a constaté que les taux de disparition de la glace des années 1950 étaient différents de ceux des années 1960 et il a également relevé des indices d'une tendance à l'aggravation des conditions pendant le mois de septembre, les données révélant que la glace était régulièrement entièrement disparue à cette époque pendant les années 1950 mais que pendant la décennie suivante ce n'était souvent pas le cas. L'examen des données pour les années 1970 à 1979 révèle toutefois qu'il n'y avait des concentrations mesurables de glace pendant tout le mois de septembre que pour trois de ces dix années, ce qui suggère à tout le moins une importante fluctuation de la tendance à l'aggravation postulée par Dunbar.

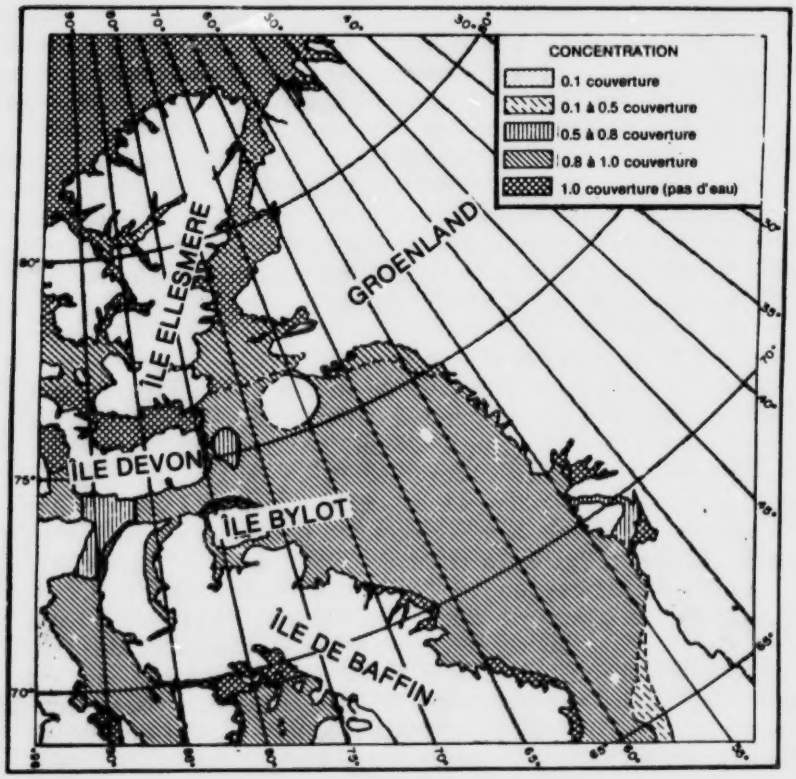


Figure 3.1.1(a) Couverture glacielle dans la mer de Baffin et l'archipel Arctique, 19 au 24 avril 1955

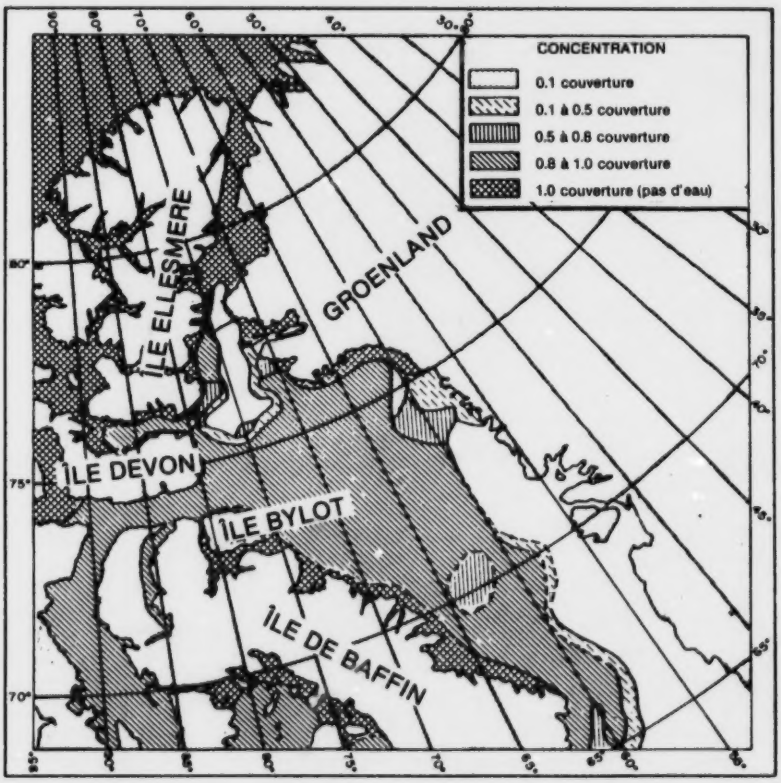


Figure 3.1.1(b) Couverture glacielle dans la mer de Baffin et l'archipel Arctique, 1er au 6 juin 1955

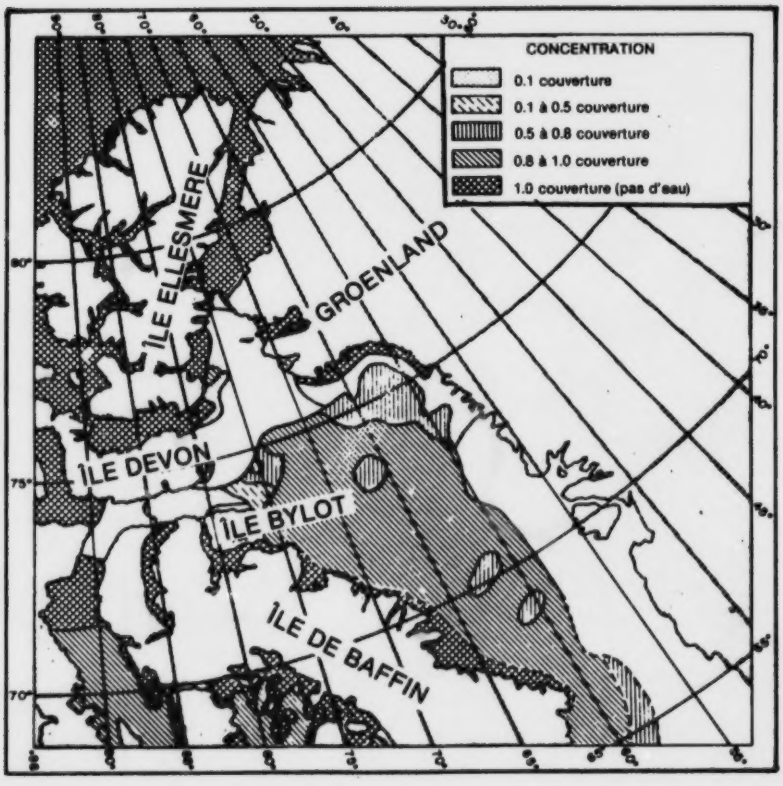


Figure 3.1.1(c) Couverture glacielle dans la mer de Baffin et l'archipel Arctique, 13 au 18 juin 1955

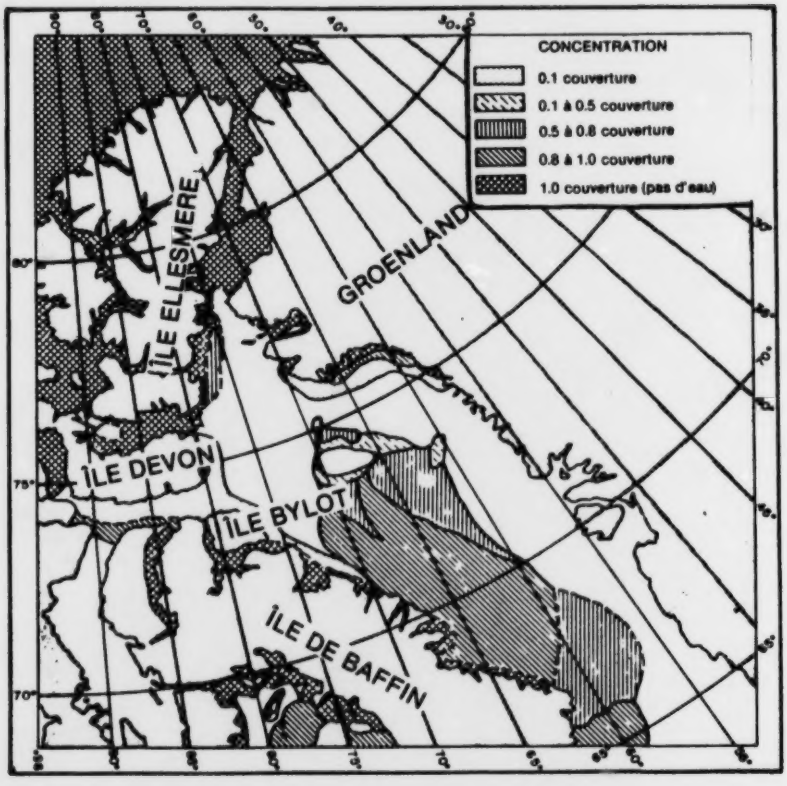


Figure 3.1.1(d) Couverture glacielle dans la mer de Baffin et l'archipel Arctique, 1er au 6 juillet 1955

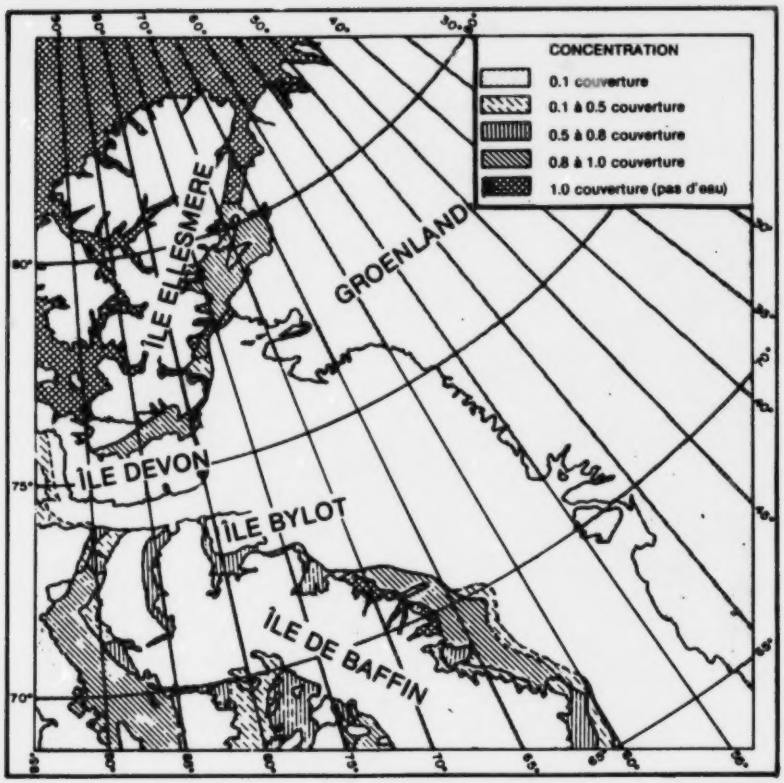


Figure 3.1.1(e) Couverture glacielle dans la mer de Baffin et l'archipel Arctique, 1er au 6 août 1955

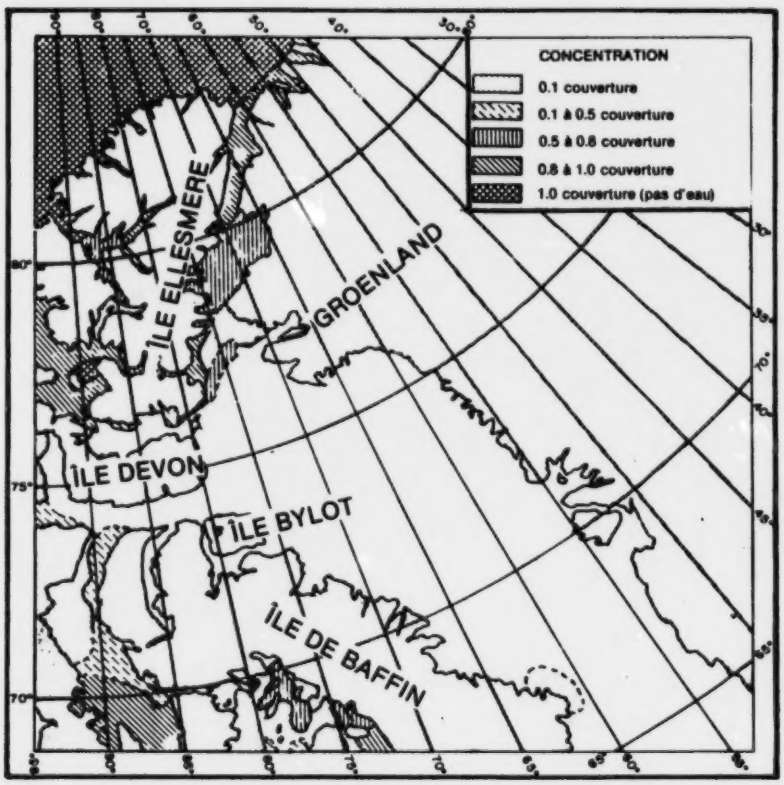


Figure 3.1.1(f) Couverture glacielle dans la mer de Baffin et l'archipel Arctique, 1er au 6 septembre 1955

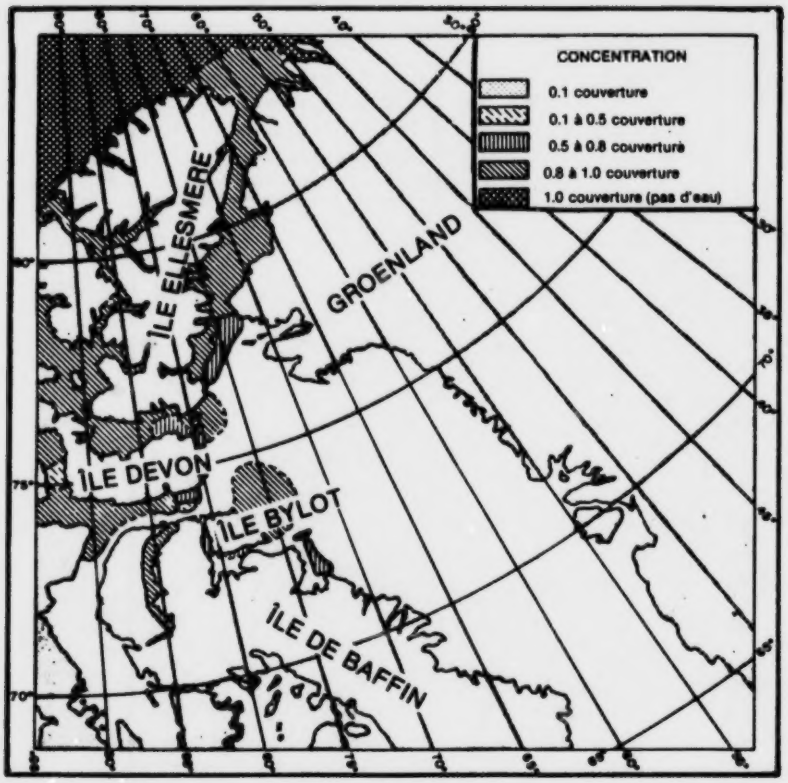


Figure 3.1.1(g) Couverture glacielle dans la mer de Baffin et l'archipel Arctique, 7 au 12 octobre 1955

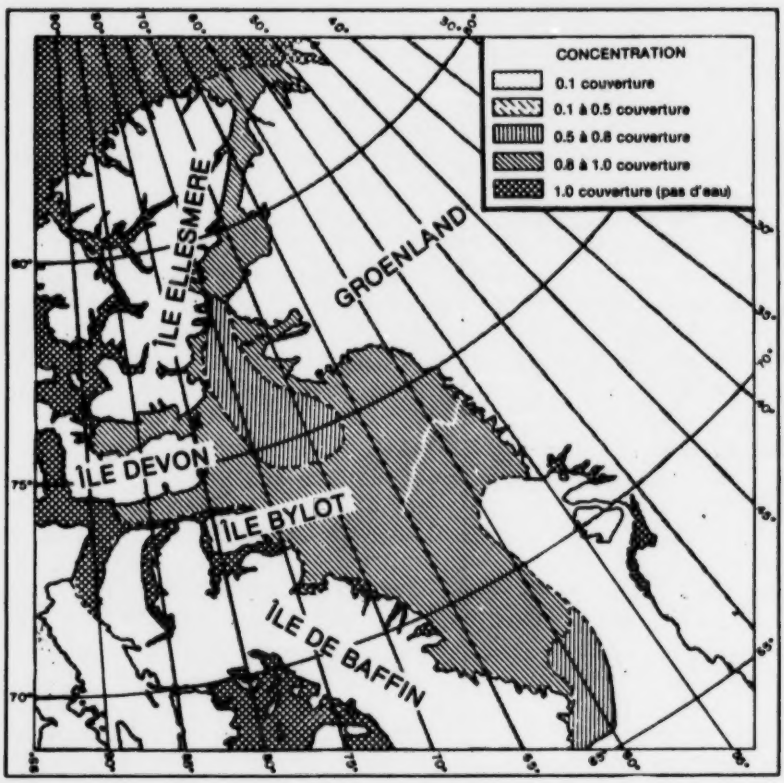


Figure 3.1.1(h) Couverture glacielle dans la mer de Baffin et l'archipel Arctique, 25 au 30 novembre 1955

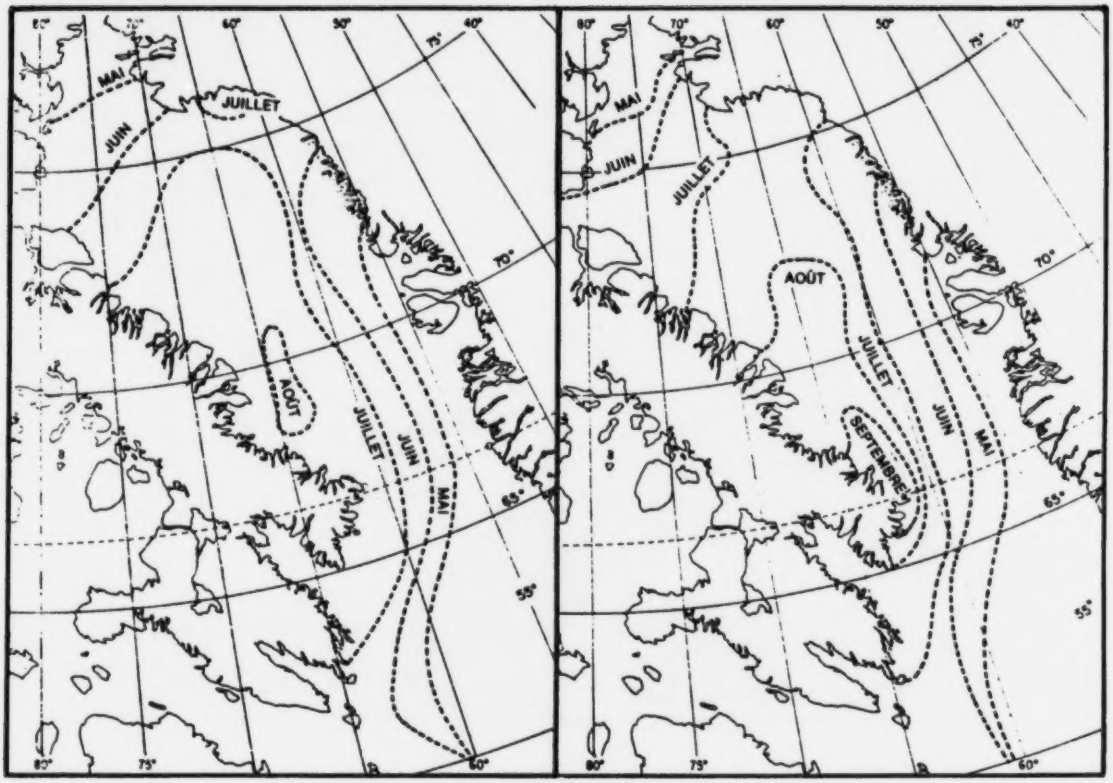


Figure 3.1.2 Limites mensuelles moyennes de la concentration de glace de 4/10 à 5/10: a) 1952 à 1960; b) 1961 à 1970. Remarquer les taux différents de disparition de la glace.

Dans la région sur laquelle porte plus particulièrement cet examen on devrait une fois de plus remarquer le contraste marqué entre la "meilleure" et la "pire" des configurations de la couverture glacielle dans le détroit de Lancaster et la partie adjacente de la mer de Baffin (Appendice 1). Dans le premier cas le détroit de Lancaster est presque libre de glace jusqu'à 90° de longitude ouest pendant la plus grande partie de la période estivale et à compter du début de juin. Pour ce qui est de "la pire configuration d'une période de cinq années" d'autre part, même au début de juillet la zone dégagée ne s'étend vers l'ouest que jusqu'à 82°O et n'atteint 90°O que pendant la troisième semaine d'août. Le détroit de Lancaster est ainsi respectivement libre ou recouvert par la glace pendant la période de juin à la mi-août suivant la saison extrême considérée. Les deux configurations correspondent à des situations considérablement différentes quant aux échanges d'énergie entre l'atmosphère et l'hydrosphère, quant aux aires d'alimentation et aux routes de migration de la faune et quant aux dangers qu'elles représentent pour les opérations au large.

Même si les représentations statistiques du genre de celles présentées à l'Appendice 1 permettent d'illustrer de façon simple et compacte la variabilité de la concentration de glace, leur utilité au niveau d'analyses plus approfondies des processus sous-jacents est quelque peu limitée par le fait que le calcul de moyennes tend à:

a) supprimer les caractéristiques des modifications de la concentration de glace qui se produisent à des échelles comparables aux espacements des quadrillages ou plus grandes; et

b) fusionner de grands nombres de configurations historiques de la glace pour produire des représentations composites artificielles qui restent souvent théoriques.

En conséquence le processus fondamental de formation, de stabilisation et de disparition de la glace doit généralement être déduit des données originales comme les cartes hebdomadaires du SEA ou autres et les imageries satellites.

Une étude de telles données (Marko 1978) a souligné l'importance fondamentale d'une lisière ou limite des glaces qui se forme chaque hiver en travers du chenal en un point quelconque des détroits de Barrow et/ou de Lancaster. Cette limite sépare la glace fixée ou immobile de l'Archipel central à l'ouest d'un secteur à l'est où l'on trouve de grandes superficies de floes qui se déplacent irrégulièrement vers l'est pendant l'hiver. Des exemples caractéristiques de telles lisières apparaissent sur les images NOAA du 16 avril 1975 et du 8 février 1976 présentées aux Figures 3.1.3 et 3.1.4. Dans ces cas, la lisière s'est formée à proximité des îles Griffith et Prince-Léopold, respectivement aux extrémités ouest et est du détroit de Barrow. Une étude des données sur la glace remontant jusqu'en 1961 révèle que des lisières de glace d'hiver

Figure 3.1.3 Imagerie satellite NOAA, est du détroit de Parry, 16 avril 1975

Figure 3.1.4 Imagerie satellite NOAA, est du détroit de Parry, 8 février 1976

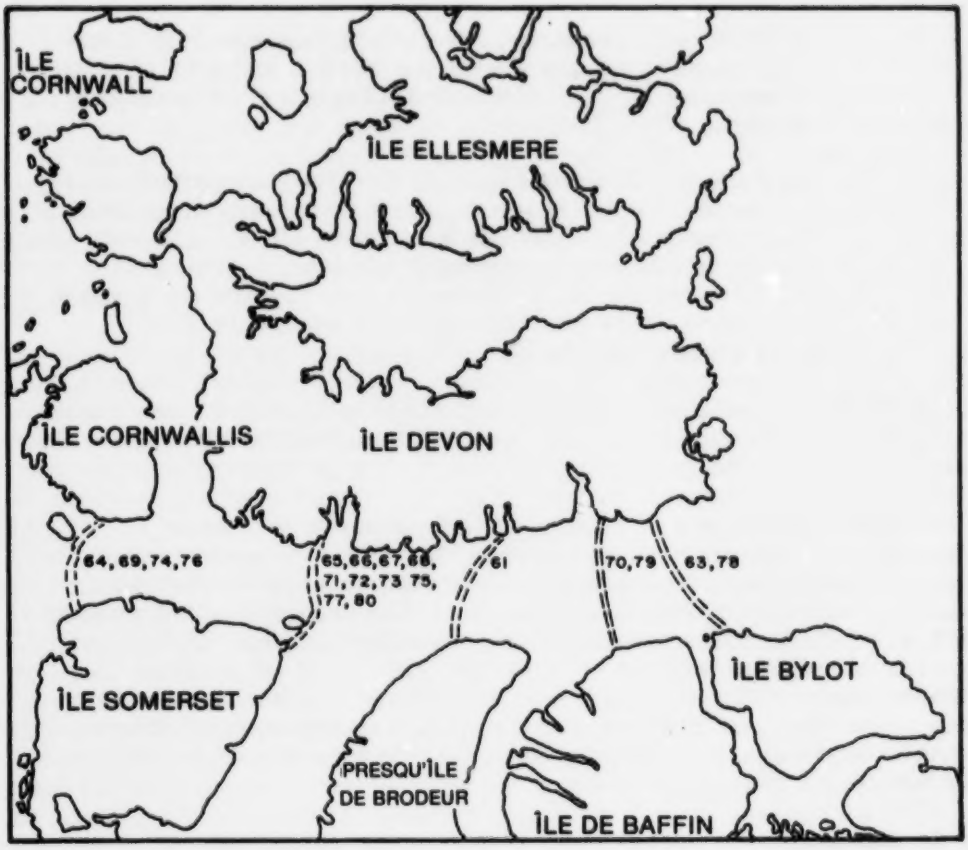


Figure 3.1.5 Emplacement annuel approximatif de la lisière de glace stable d'hiver, 1961 à 1980

stables sont apparues à seulement cinq emplacements généraux du détroit de Parry. Ces emplacements sont présentés à la Figure 3.1.5 et identifiés suivant les années au cours desquelles la lisière de glace s'y est formée. La répartition des positions de cette lisière est compatible avec la configuration statistique "moyenne" de l'Appendice 1B sur laquelle on pouvait constater une augmentation brusque de la concentration de glace à l'ouest d'environ 90°O. Cela résulte évidemment:

1) du fait que, pendant la moitié des années de l'étude les lisières de glace stables étaient situées près de l'emplacement de l'île Prince-Léopold à la longitude de 90°O; et

2) du fait que les positions de la lisière pendant les autres années se répartissaient également entre des emplacements situés plus à l'est et plus à l'ouest, ce qui annulait les écarts pour laisser la limite de l'augmentation de la concentration moyenne de glace à proximité de la position qu'elle occupe le plus couramment, soit 90°O.

Il faut néanmoins souligner que pendant près de la moitié des années considérées, aucune discontinuité durable de la couverture glacielle n'a été observée près de 90°O.

Les Figures 3.1.6 et 3.1.7 illustrent les transformations fondamentales de la couverture de glace du détroit de Parry pour chacune des deux positions les plus fréquemment occupées par la lisière annuelle de glace, soit près de l'île Prince-Léopold et près de l'île Griffith. Les conditions représentées ont été tirées des imageries satellites NOAA de 1975 et de 1976 (Milne et Smiley 1978). A titre de référence on a porté sur des cartes présentées aux Figures 3.1.8 et 3.1.9 les concentrations saisonnières de glace correspondantes pour l'ensemble de la région de la mer de Baffin.

Dans la succession de cartes pour 1975 (Figure 3.1.6) une stabilisation était évidente pendant janvier à l'emplacement de l'île Prince-Léopold. Un mélange de floes de grande superficie, de floes plus petits et de secteurs de glace plus mince a continué à se déplacer vers l'est en s'éloignant de la lisière de glace fixée à une vitesse caractéristique de plusieurs km/jour. L'instabilité prolongée (jusqu'en avril) de la couverture de glace de l'inlet du Prince-Régent s'est également soldée pour cet hiver par une sortie nette de glace de cette dernière nappe d'eau dans le détroit de Lancaster. Par ailleurs toutes les baies des et tous les chenaux latéraux étaient recouverts de glace immobile. On constatait également l'existence de plates-formes de glace fixées parallèlement à la côte et séparées de l'écoulement principal de la glace par des zones linéaires de glace mince ou d'eau libre dont la largeur semblait dépendre des vents de terre et des vents de mer. On signale l'existence de plates-formes de banquise côtière

particulièrement étendues le long des côtes est de l'île Devon et nord-ouest de l'île Bylot où elles s'étendent dans des eaux beaucoup plus profondes que les profondeurs probables des plus importantes quilles de floes de glaces. On estime que ces quilles jouent un rôle important dans la stabilité de la banquise côtière dans la mer de Beaufort (kovacs et Mellor, 1974). Les données actuelles sont inappropriées pour permettre une explication comparable de la stabilité dans l'Est de l'Arctique.

L'étendue et la teinte (indice de l'épaisseur de la glace) de la région située juste à l'est de la lisière des glaces du détroit de Parry dépendent de toute évidence de l'équilibre relatif entre la formation de glace sur place et l'évacuation de la glace attribuable à la dérive principalement en direction de l'est. En raison de cette situation on pourrait s'attendre à ce qu'une coupe transversale (perpendiculaire à l'axe principal du passage et vue de face) de la couverture de glace du détroit de Lancaster ait la forme d'un coin dont la partie la plus épaisse serait adjacente à la mer de Baffin.

La proportion de glace plus mince et plus foncée diminuait généralement pendant l'hiver jusqu'en avril alors que des diminutions considérables de la couverture composée de floes plus épais et plus étendus étaient observées. Ces floes dérivaient progressivement dans la mer de Baffin pendant le mois de mai ce qui laissait la surface du détroit de Lancaster presque libre de glace à la mi-juin comme l'indique le croquis de la Figure 3.1.7. Les floes, présents en petits nombres à la fin de cette période, provenaient d'une débâcle hâtive dans l'inlet du Prince-Régent, de la détérioration de la lisière des glaces du détroit de Parry et de l'intrusion caractéristique dans le nord-est du détroit de Lancaster de glace sortant de la mer de Baffin. Une certaine détérioration des plates-formes de glaces côtières de l'est de l'île Devon était apparente à la même époque quoiqu'il est à signaler que la plate-forme de glace autour de l'île Philpots, qui constitue peut-être la glace fixée la plus persistante de la région, restait au moins partiellement en place jusqu'à la fin de juillet en 1975.

La dislocation de la lisière des glaces du détroit de Parry se produisit à la fin de juin permettant à la glace du détroit de Barrow de se déplacer vers l'est et de former une nouvelle lisière des glaces de courte durée à proximité de l'île Griffith. La disparition de cette nouvelle entité et de la couverture de glace du détroit de Wellington se produisait ensuite à la mi-juillet ce qui donnait la situation illustrée pour la mi-août alors que l'on constate la présence, dans le détroit de Barrow et l'ouest du détroit de Lancaster, de courants de glace provenant du nord et de l'ouest et se détériorant rapidement. Une bonne partie de cette glace devait fondre in situ et ne jamais atteindre l'extrémité est du détroit de Lancaster.

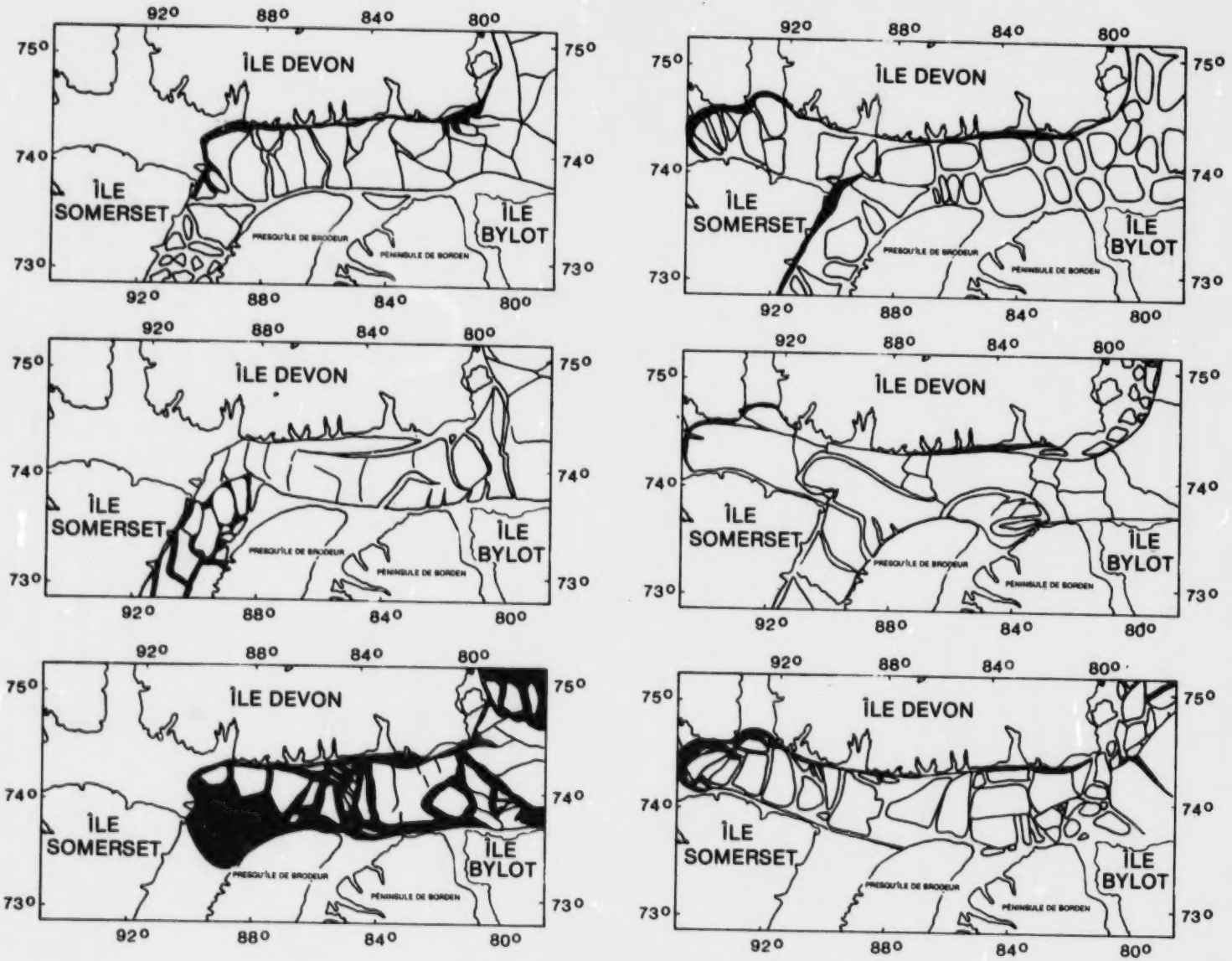


Figure 3.1.6 Englacement et débâcle de janvier à avril en 1975 et en 1976

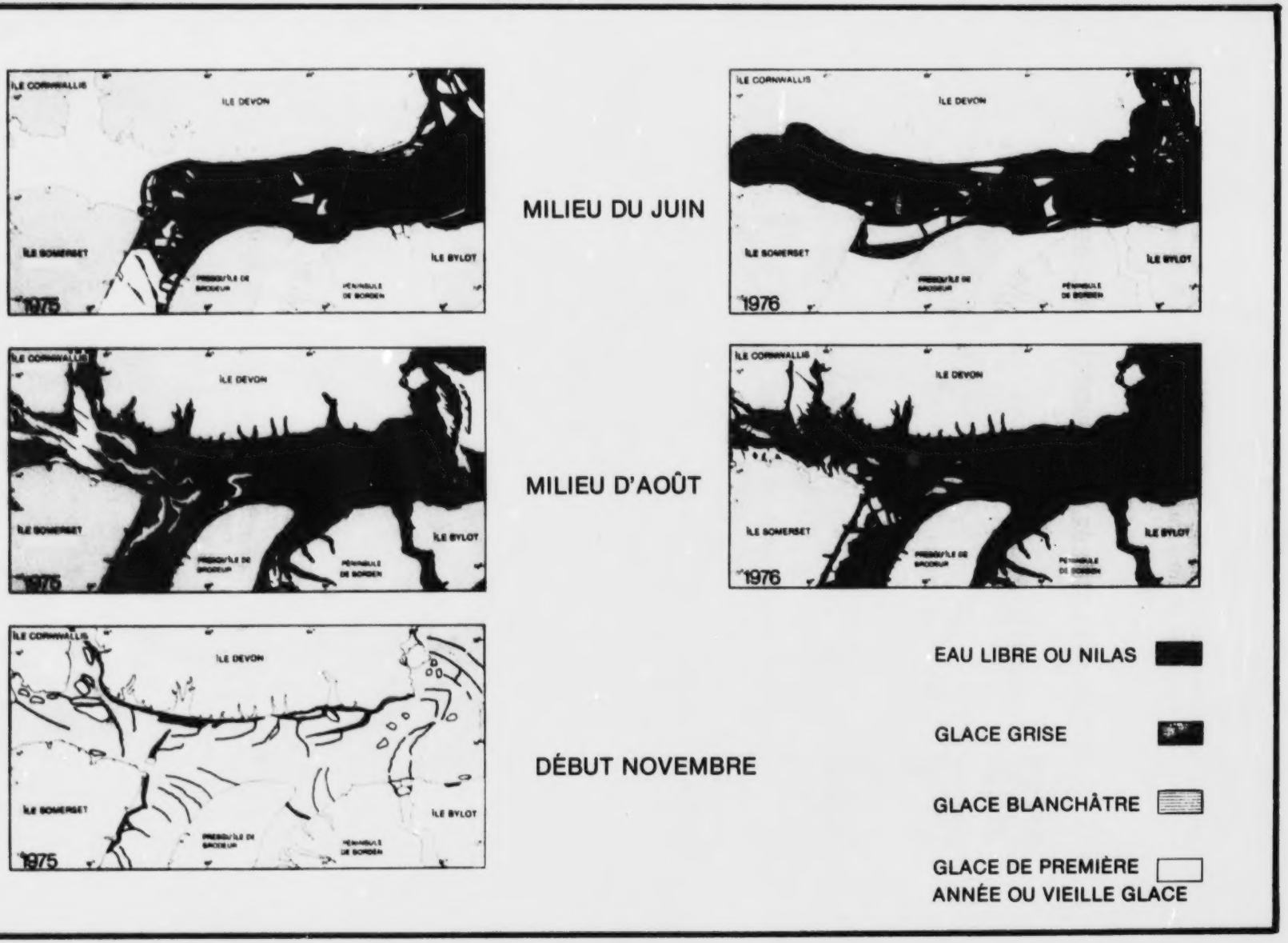
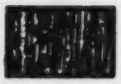


Figure 3.1.7 Englacement et débâcle de juin à novembre en 1975 et en 1976

Figure 3.1.8 (a-m) Concentrations de glace cartographiées à deux semaines d'intervalle, du 18 juin au 3 décembre 1975

Légende des cartes de la concentration de glace

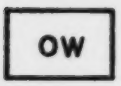
concentration de 10/10 (glace consolidée ou fixée)



concentration de 7/10 à 9^{+}/10

concentration de 4/10 à 6/10

concentration de 1/10 à 3/10



concentration inférieure à 1/10 (eau libre)

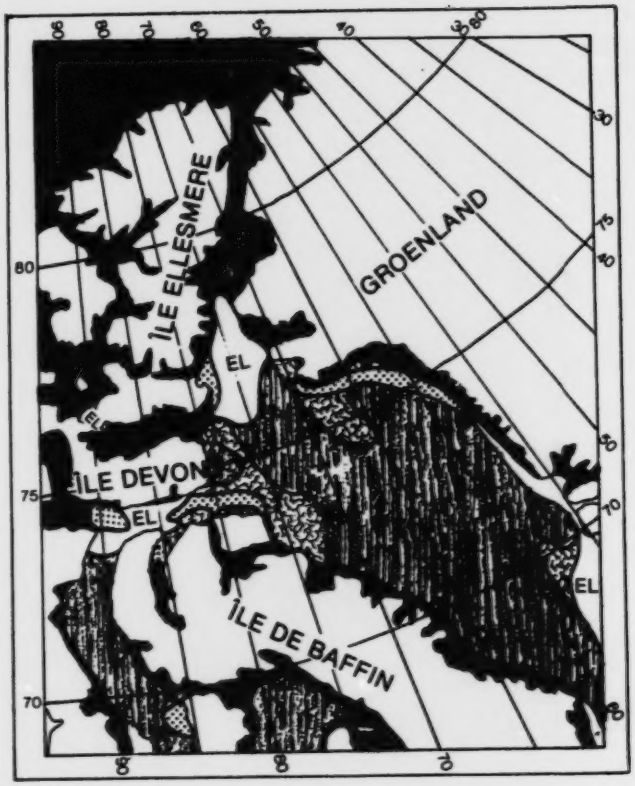


Figure 3.1.8(a)

18 juin 1975

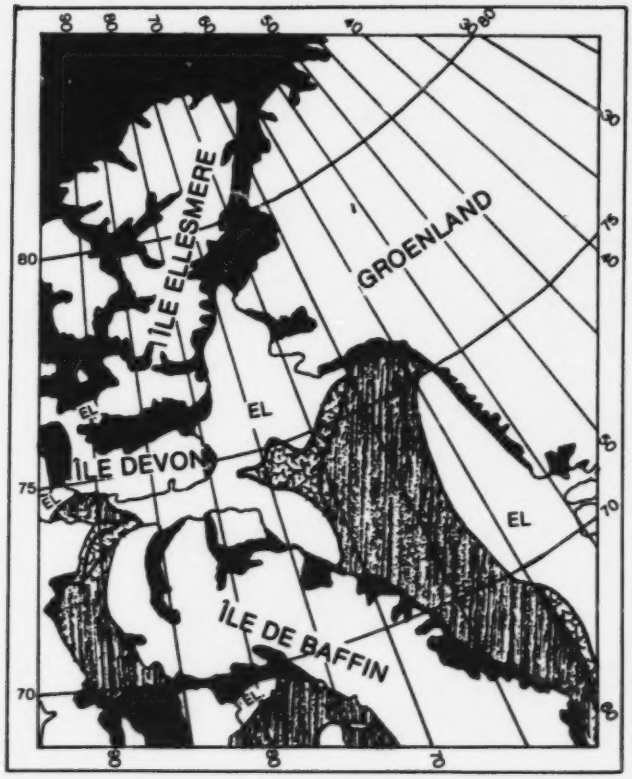


Figure 3.1.8(b)

2 juillet 1975

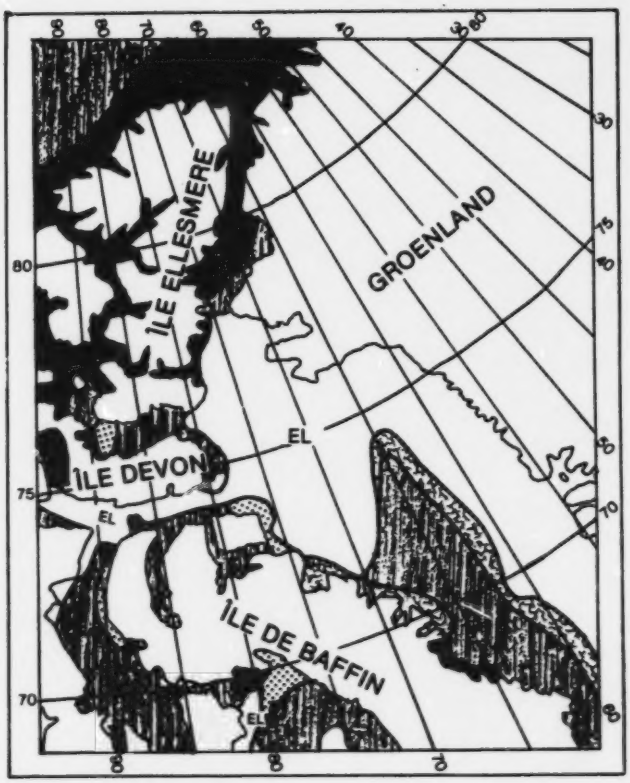


Figure 3.1.8(c)

16 juillet 1975

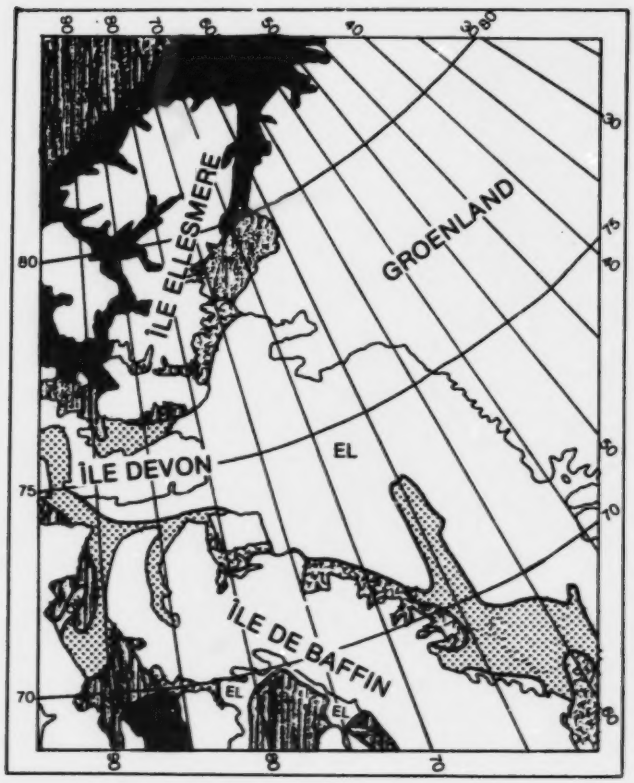


Figure 3.1.8(d)

30 juillet 1975

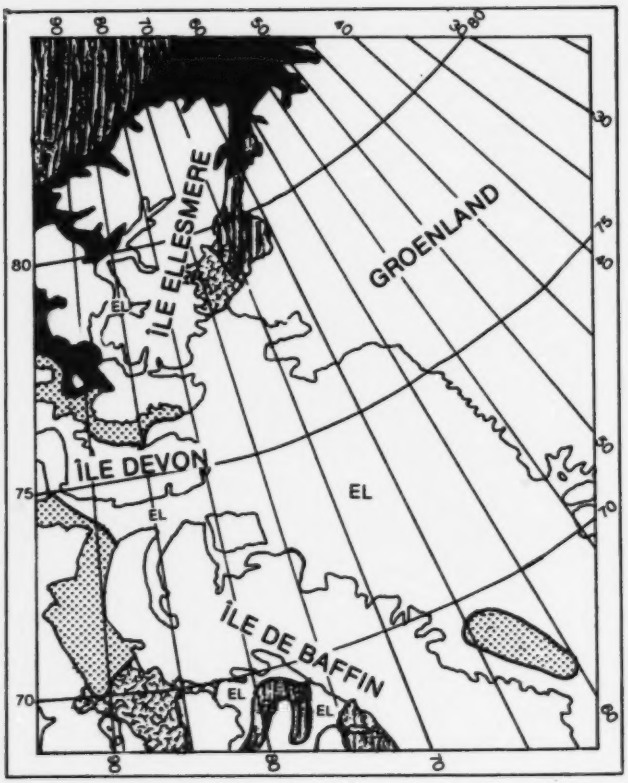


Figure 3.1.8(e)

13 août 1975

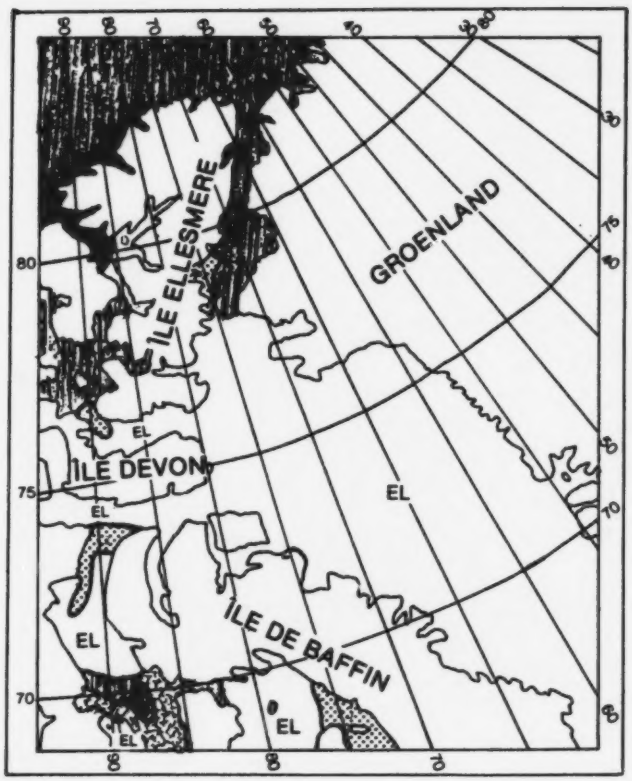


Figure 3.1.8(f)

27 août 1975

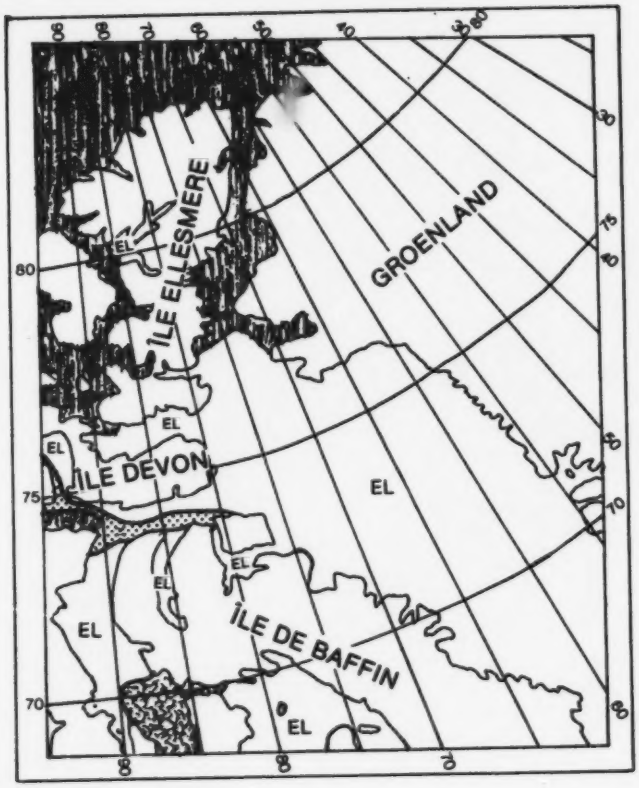


Figure 3.1.8(g)

10 septembre 1975

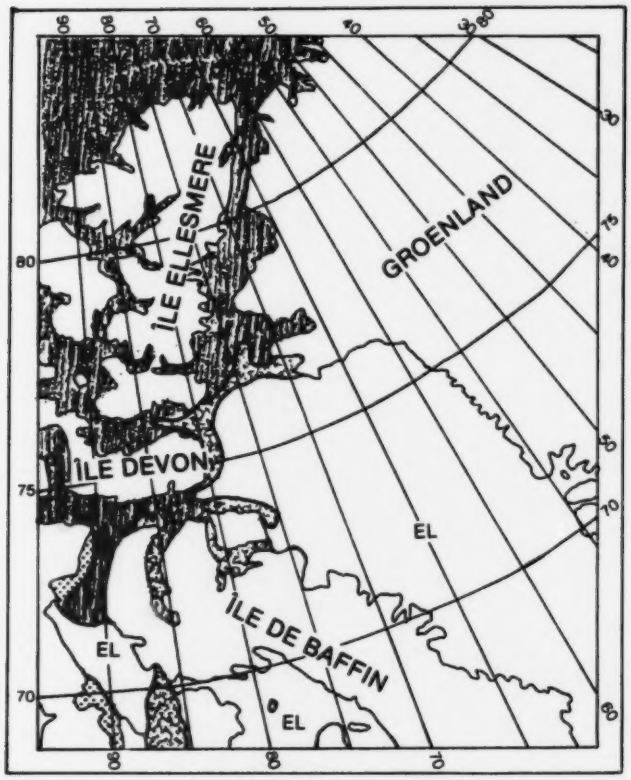


Figure 3.1.8(h)

24 septembre 1975

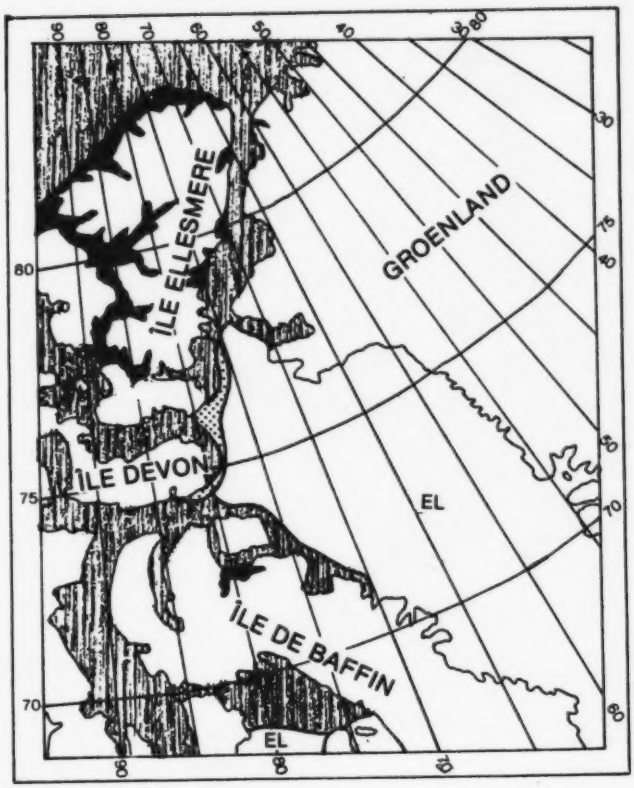


Figure 3.1.8(i)

8 octobre 1975

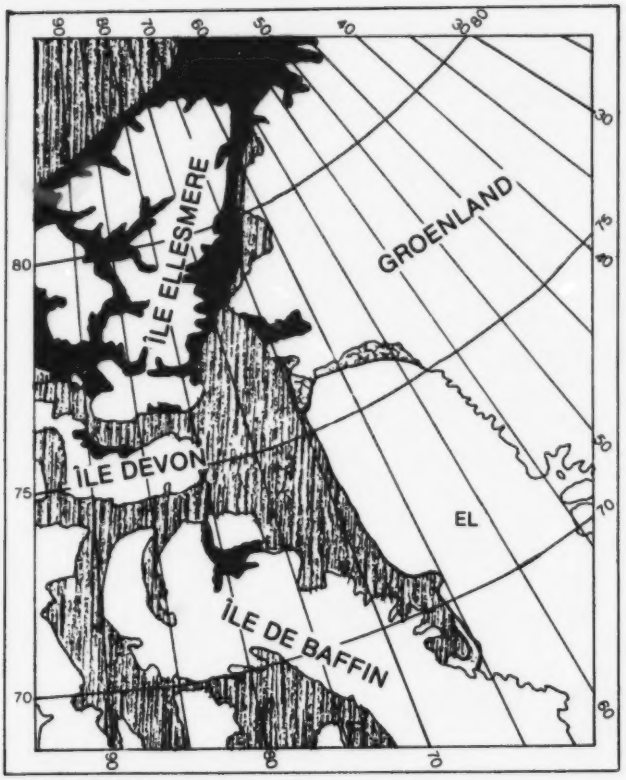


Figure 3.1.8(j)

22 octobre 1975

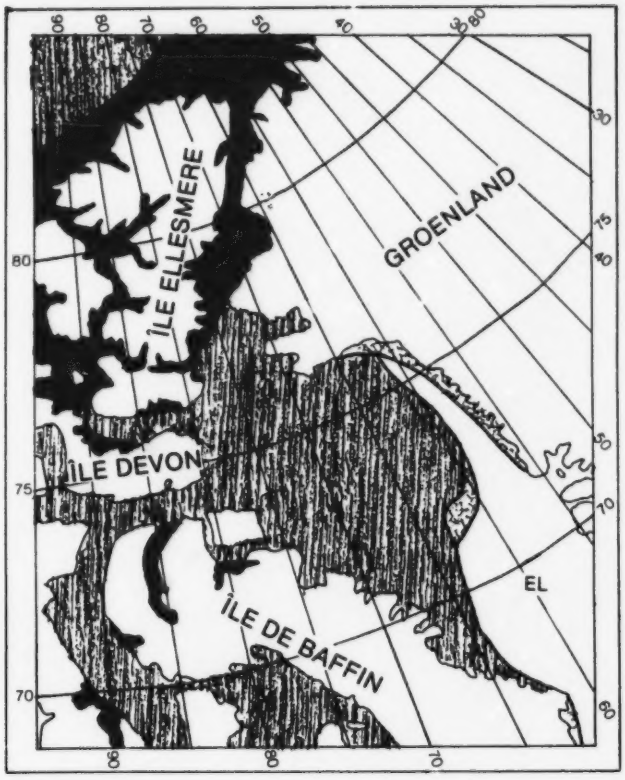


Figure 3.1.8(k)

5 novembre 1975

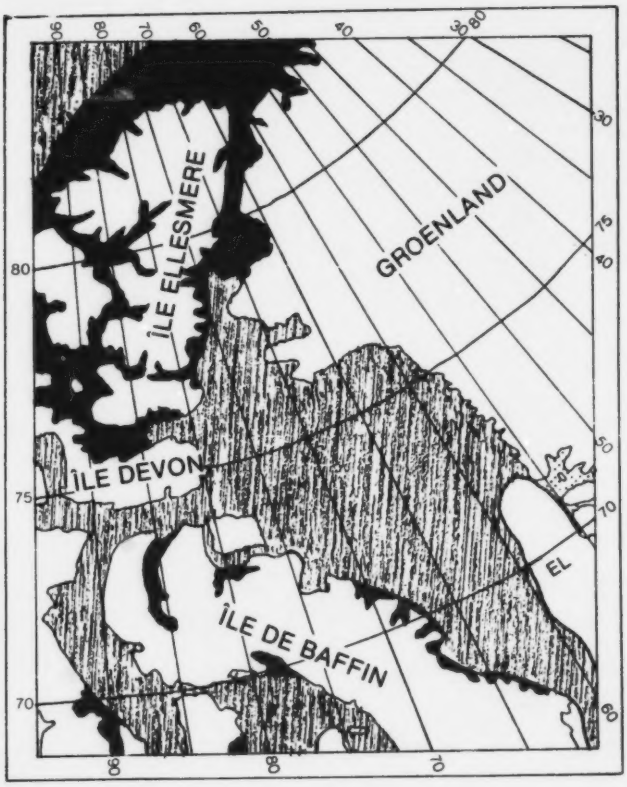


Figure 3.1.8(1)

19 novembre 1975

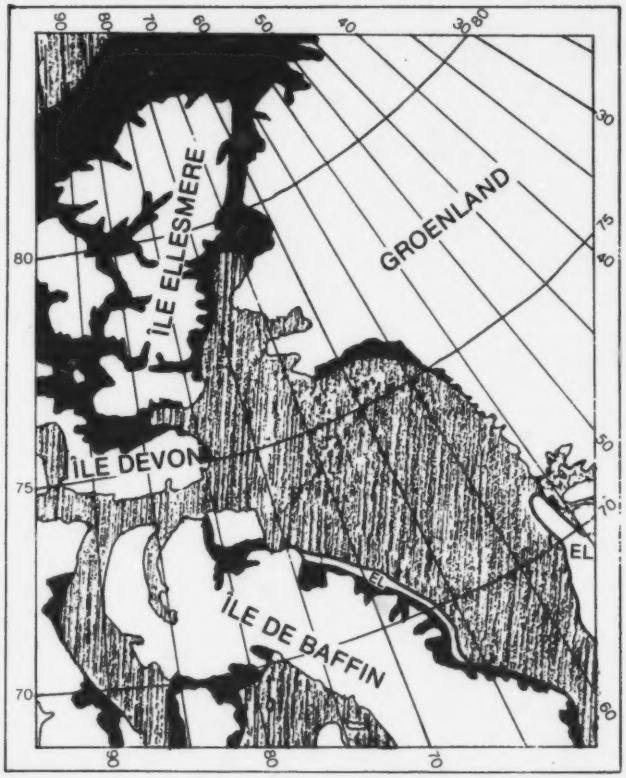


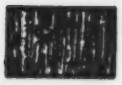
Figure 3.1.8(m)

3 décembre 1975

Figure 3.1.9 (a-m) Concentrations de glace cartographiées à des intervalles de deux semaines du 16 juin au 1er décembre 1976

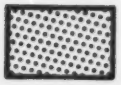
Légende des cartes de concentration de glace

concentration de 10/10 (glace consolidée ou fixée)

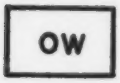


concentration de 7/10 à 9+/10

concentration de 4/10 à 6/10



concentration de 1/10 à 3/10



concentration inférieure à 1/10 (eau libre)

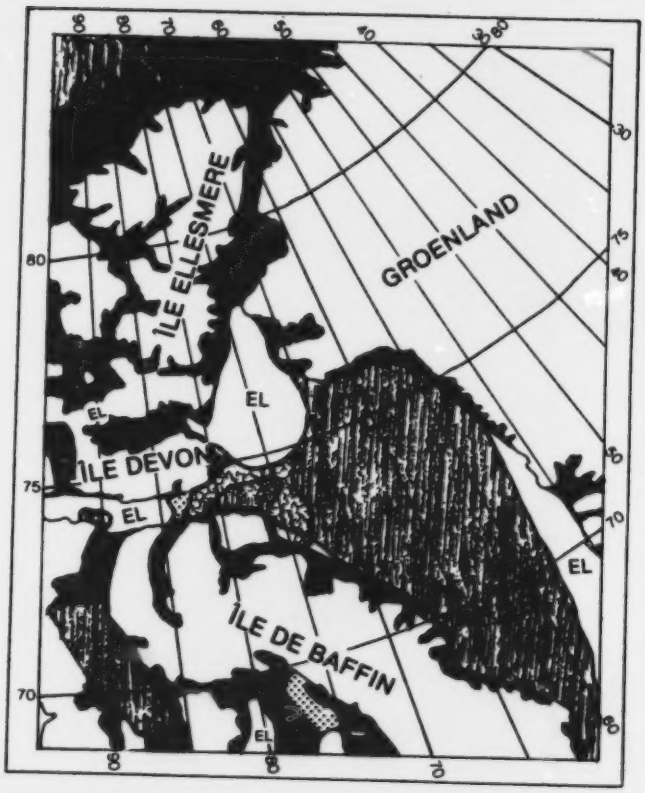


Figure 3.1.9(a)

16 juin 1976

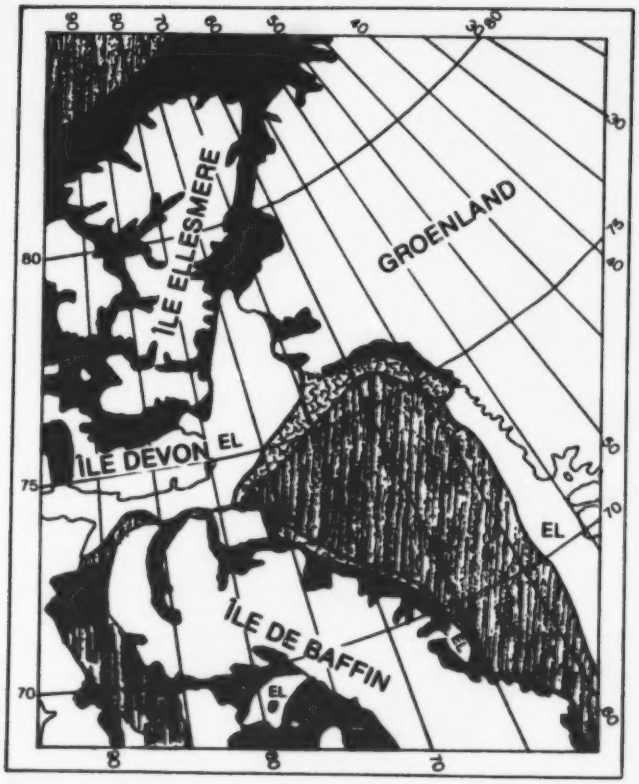


Figure 3.1.9(b)

30 juin 1976

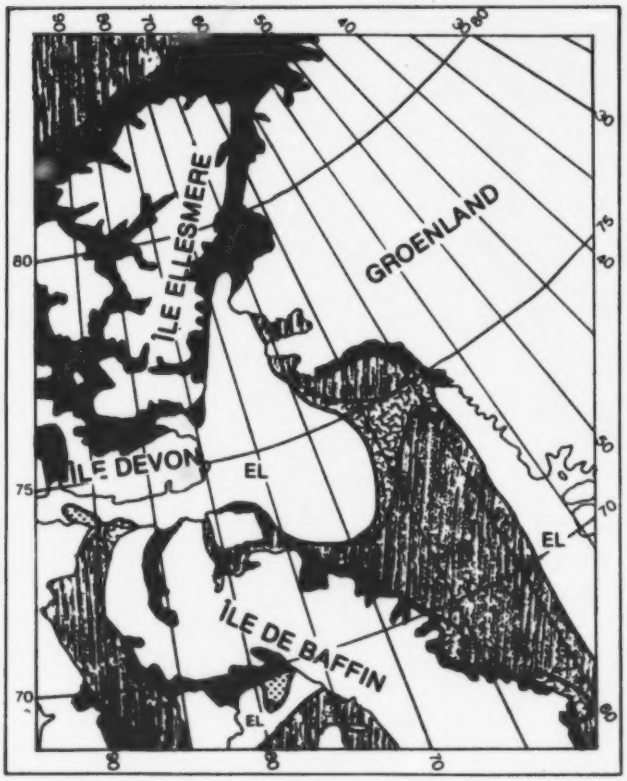


Figure 3.1.9(c)

14 juillet 1976

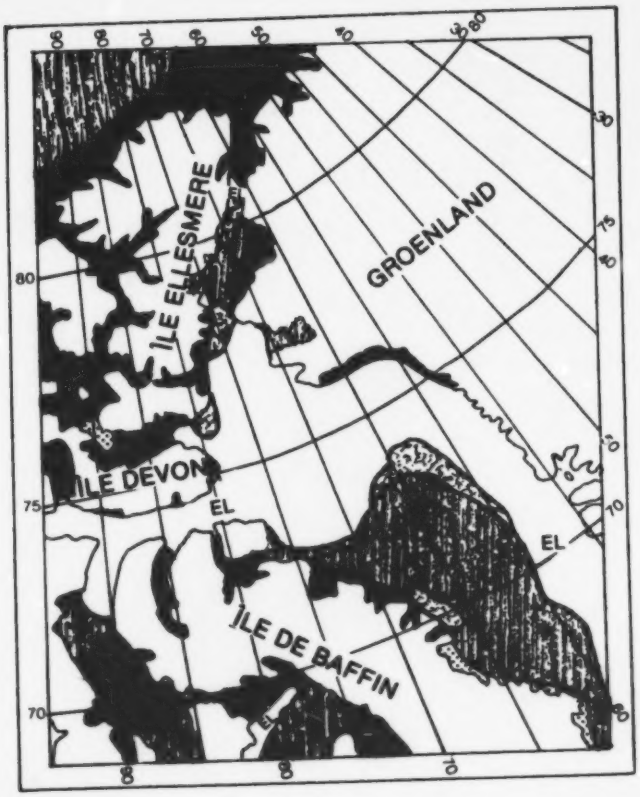


Figure 3.1.9(d)

28 juillet 1976

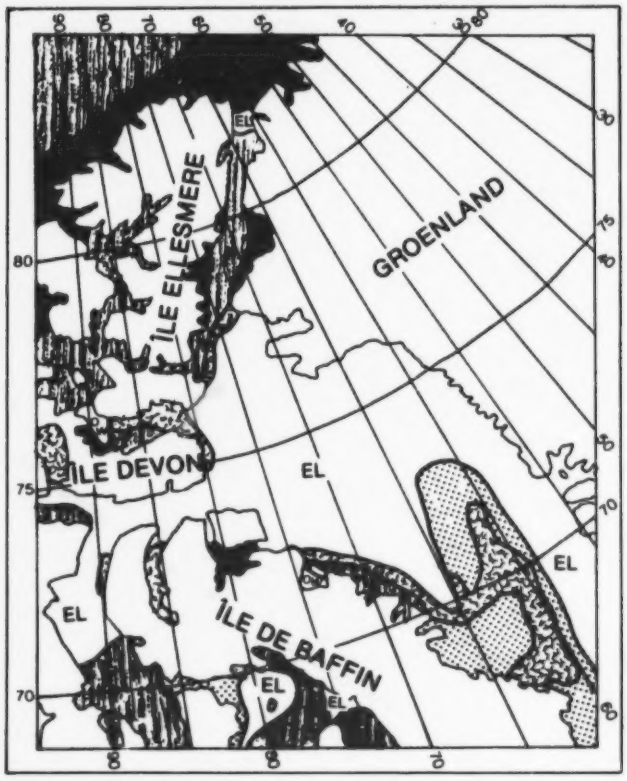


Figure 3.1.9(e)

11 août 1976

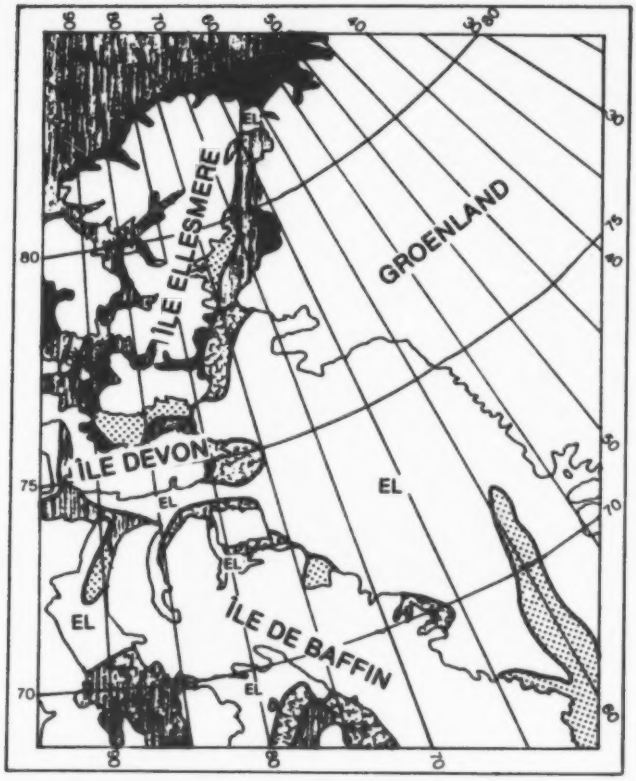


Figure 3.1.9(f)

25 août 1976

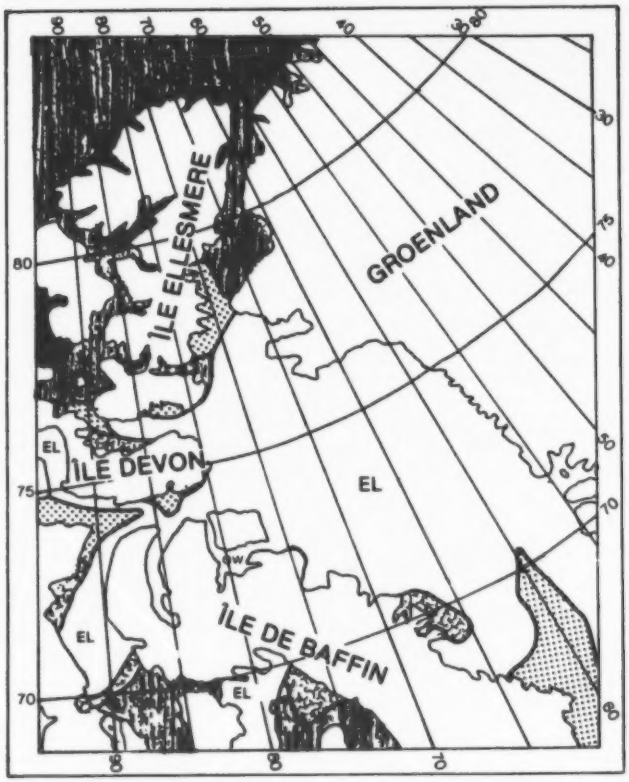


Figure 3.1.9(g)

8 septembre 1976

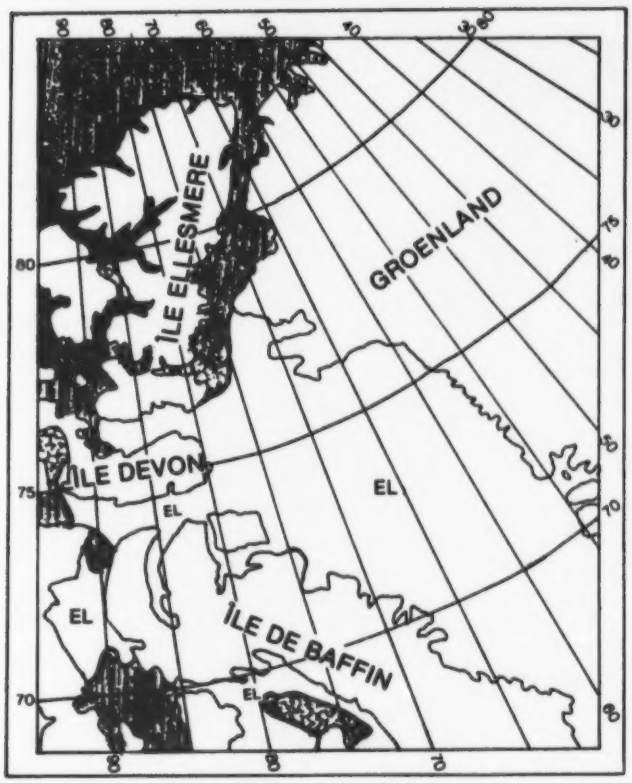


Figure 3.1.9(h)

22 septembre 1976

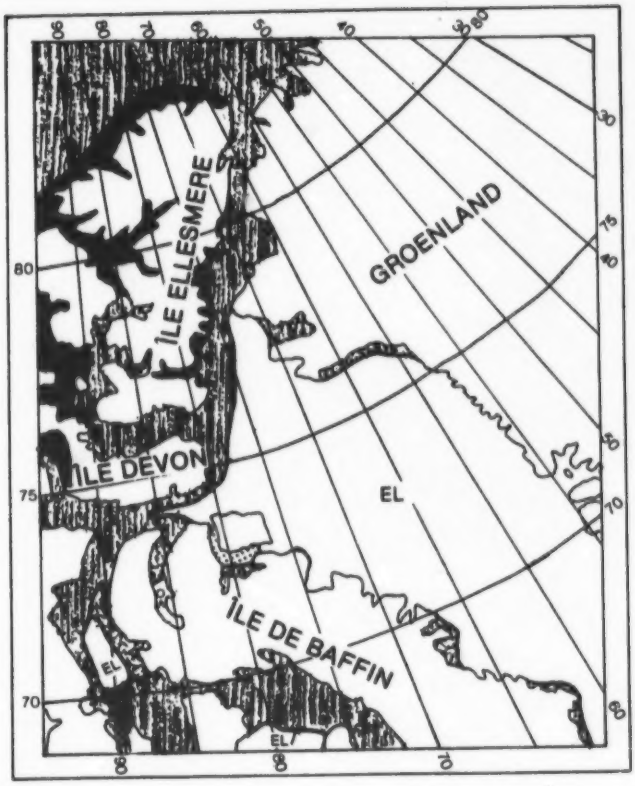


Figure 3.1.9(i)

6 octobre 1976

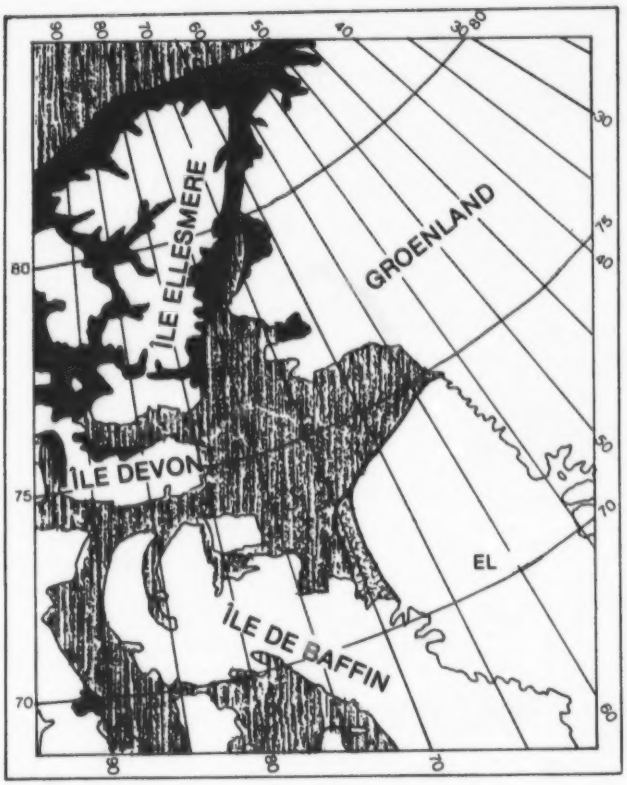


Figure 3.1.9(j)

20 octobre 1976

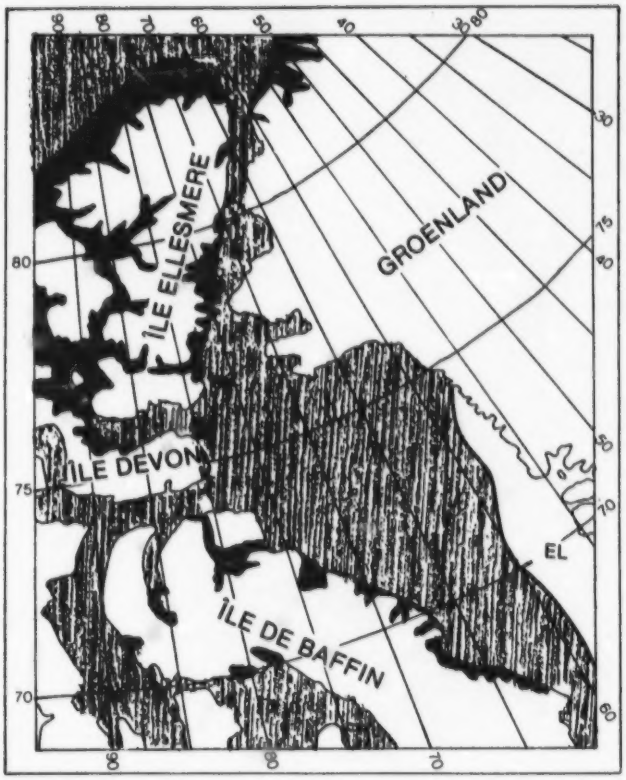


Figure 3.1.9(k)

3 novembre 1976

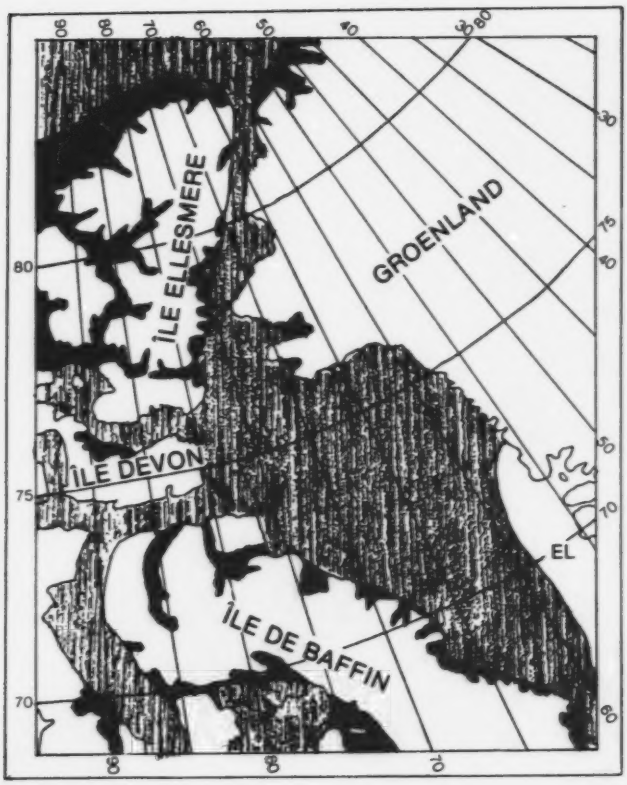


Figure 3.1.9(1)

17 novembre 1976

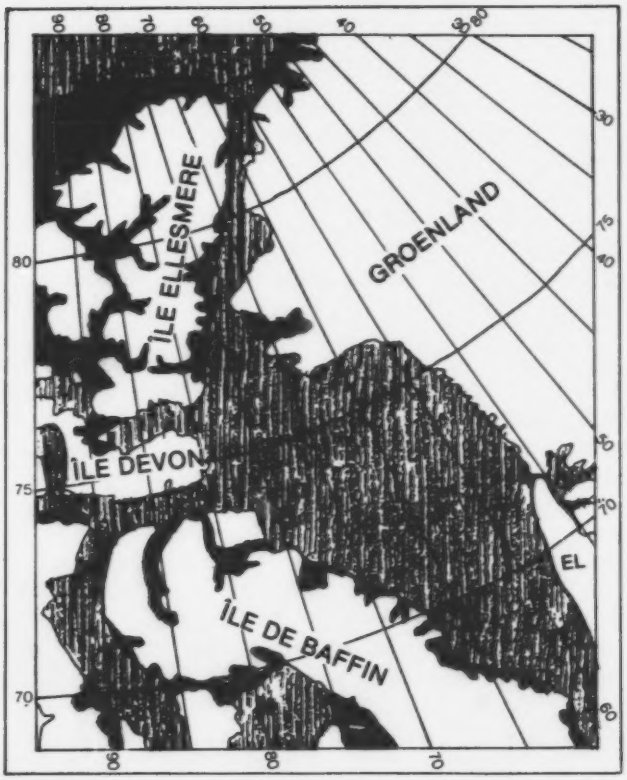


Figure 3.1.9(m)

1er décembre 1976

Au moment du nouvel englacement en septembre, la région était recouverte d'un mélange de glace grise et de glace blanchâtre englobant des floes d'une année et plus vieux. Les étendues recouvertes de glace mince ou d'eau libre apparentes sur le croquis pour le mois de novembre 1975 appartiennent à une des deux catégories suivantes:

1) un étroit chenal ou une zone de glace mince à la limite des plates-formes de glace côtière fixée en formation le long de la bordure nord du détroit de Parry. On pense que ce chenal est maintenu libre par les vents prédominants du nord et il se prolongeait en 1975 aussi loin vers l'ouest qu'à l'ouest du détroit du Vicomte Melville.

2) les fractures ou chenaux principalement en travers du passage qui apparaissent ou disparaissent selon que la glace de dérive s'immobilise périodiquement ou reprend sa dérive vers l'est.

Le chenal périphérique septentrional gèle éventuellement dans les secteurs du passage bornés par des terres et disparaît de façon caractéristique en décembre. Le processus de formation des chenaux éphémères se poursuit d'autre part même pendant l'épaississement progressif de la couverture de glace. On peut constater ce phénomène sur les images NOAA du 23 décembre 1975, du 28 janvier 1976 (Figure 3.1.10) et du 8 février 1976 (Figure 3.1.4). La première de ces images révèle l'existence d'une couverture de glace stable et immobile à l'ouest d'un arc de très grand diamètre qui s'étend de l'île Griffith jusque très loin à l'ouest et dont la principale partie en travers du passage se trouve au sud de l'île Bathurst. Une deuxième lisière est également apparente et se prolonge presque en direction plein sud à partir de l'île Griffith. Une nouvelle et importante recongélation est apparente à chacune des lisières sur l'image du 28 janvier alors que les nouveaux chenaux transversaux sont visibles près de l'extrémité est de l'île Cornwallis et (de façon plus apparente) près de l'île Prince-Léopold. Toutefois, le 8 février, la reprise du déplacement en direction est avait éliminé ces deux derniers chenaux et une limite ultimement stable était réapparue le long de la même ligne du côté nord de l'île Griffith.

Malgré la situation plus à l'ouest de la lisière de glace d'hiver en 1976, la chronologie de l'évolution de la couverture de glace était sensiblement identique à celle de l'année précédente, la principale différence entre les deux années résultant peut-être d'une débâcle plus tardive (deuxième semaine d'août) dans le détroit de Wellington. Par ailleurs la disparition caractéristique de la glace en mai donnait en juin une étendue en grande partie libre de glace dans laquelle on pouvait dénombrer des floes étendus ou géants provenant des champs de glace de l'inlet du Prince-Régent et de la circulation intrusive de la mer de Baffin. La désagrégation de la lisière des glaces du détroit de Parry pendant la première semaine

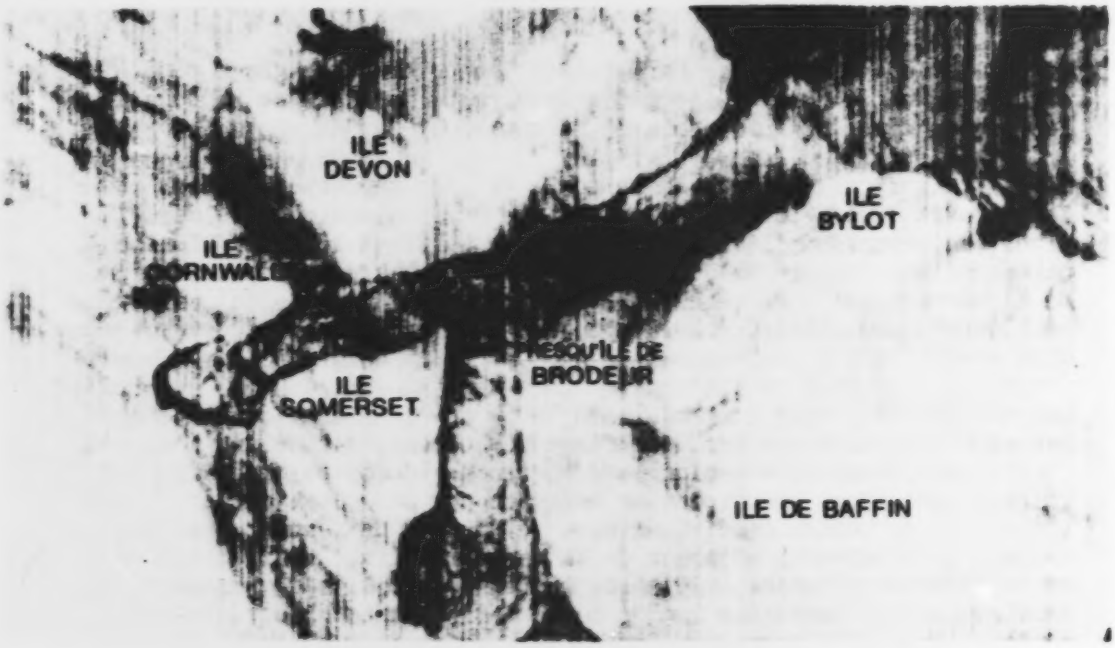


Figure 3.1.10(a) Imagerie satellite NOAA, illustrant la formation de chenaux traversiers temporaires, 23 décembre 1975

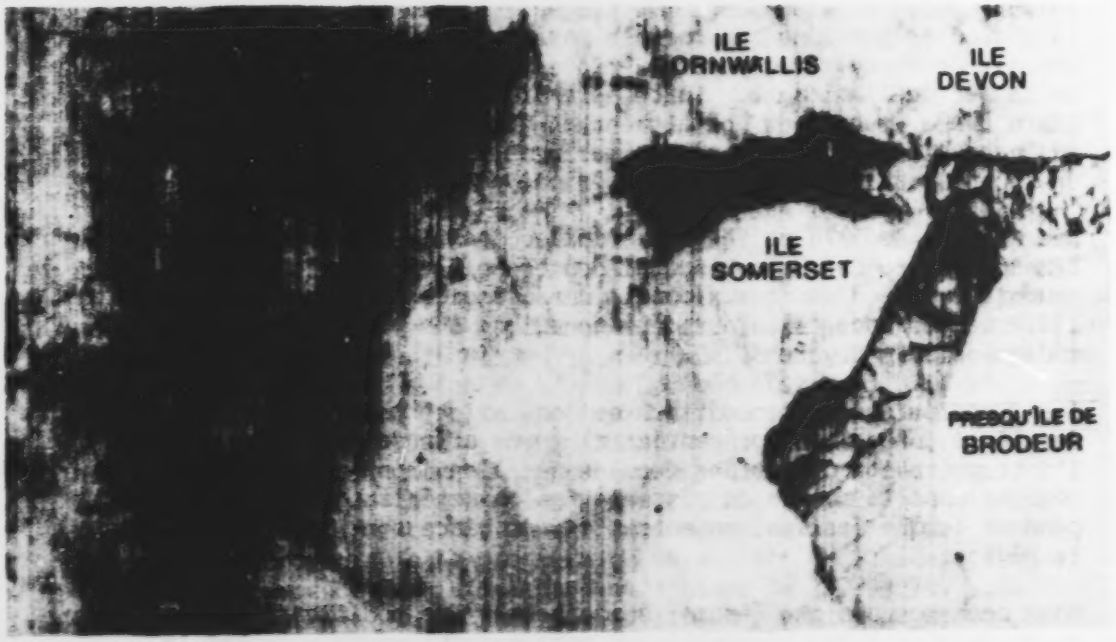


Figure 3.1.10(b) Imagerie satellite NOAA, illustrant la formation de chenaux traversiers temporaires, 28 janvier 1976

de juillet entrainaît plus tard (août) l'écoulement de glace déjà signalé en provenance des détroits du Vicomte Melville et MacDougall le long du côté sud du détroit de Barrow.

Une autre particularité de la saison 1976 (par rapport à 1975) a été la disparition sensiblement plus tardive de la glace côtière des rives est et nord de l'Île Bylot (Figures 3.1.8 et 3.1.9). D'autre part, en 1975 comme en 1976, les couvertures glacielles de la région de la mer de Baffin ont été globalement comparables aux configurations illustrées à l'Appendice 1A pour "la meilleure de cinq années".

Les données résultant d'observations effectuées du haut des airs et par satellite au cours des deux dernières décennies révèlent l'existence d'une corrélation générale entre la formation de la lisière des glaces du détroit de Parry en une des positions à l'ouest et de bonnes conditions dans le détroit de Lancaster et le secteur immédiatement adjacent de la mer de Baffin. L'existence de cette relation n'exclut évidemment pas la possibilité d'anomalies locales pendant de telles années comme des concentrations de glace côtière inhabituellement persistantes ou de courtes périodes de mauvaises conditions associées aux "afflux" de glace se déplaçant vers le sud en provenance des détroits de Jones et de Smith.

D'autre part la stabilisation de la lisière des glaces d'hiver en des positions situées à l'est de 90°O a généralement donné par le passé de mauvaises conditions pendant l'été suivant. Dans ce cas la relation doit être en partie attribuée à la rétention prolongée dans la région de portions non fondues de la glace de dérive de l'est du détroit de Parry, du goulet du Prince-Régent et (dans certains cas) de la mer de l'Amirauté. Suite à la dislocation de la lisière de glace fixée, survenant normalement en juillet, la glace provenant de ces nappes d'eau continue à dériver dans la mer de Baffin pendant une bonne partie du reste de la période d'été.

Les saisons de 1978 et de 1979 étudiées dans le cadre du programme EEMAE de Pétro-Canada ont fourni des exemples presque classiques de mauvaises années quant aux conditions associées à la présence de lisières de glace fixée aux deux positions les plus à l'est indiquées à la Figure 3.1.5.

Des descriptions des conditions qui ont existé pendant ces deux dernières années sont présentées ci-après afin de faciliter l'interprétation des autres données sur l'environnement et de dégager dans la mesure du possible les caractéristiques des années pendant lesquelles les concentrations de glace sont importantes dans la région.

Nous commencerons par résumer sommairement les modifications de la couverture de glace hivernale qui ont respectivement entraîné la formation des lisières de glace fixée des années 1978 et 1979. Les étapes fondamentales de ces processus sont illustrées aux Figures 3.1.11 et 3.1.12.

L'image du 20 janvier (Figure 3.1.11) de la première de ces années, illustre des conditions caractéristiquement mauvaises dans la mer de Baffin ainsi que la présence de chenaux rectilignes typiques se prolongeant vers l'est en direction de la côte du Groenland. A cette époque, une grande partie de la couverture de glace de l'est de l'archipel était mobile et la limite de la glace fixée dans le détroit de Parry occupait sa position la plus à l'ouest soit une ligne reliant les îles Griffith, Lowther et de Russell. Les images suivantes, soient celles du 25 février et du 10 mars, indiquent respectivement la stabilisation d'une nouvelle lisière près de l'île Prince-Léopold et plus tard d'une autre encore plus à l'est à proximité de la Pointe Sargent de la presqu'île de Brodeur. Enfin, une troisième lisière située encore plus à l'est (voir l'image du 26 mars à la Figure 3.1.12) se formait entre le cap Warrender sur l'île Devon et le cap Hay sur l'île Bylot. Cette lisière devait devenir la limite finale de la couverture régionale de glace fixée de 1977-1978.

Les principales étapes observables de la progression décrite vers l'est de la limite de la glace fixée se sont succédées pendant un intervalle d'environ un mois. Ce processus modifiait de façon radicale la couverture glacielle d'hiver dans les détroits de Barrow et de Lancaster, recouvrant ces deux régions de couvertures de glace immobiles. La période précédant la stabilisation finale a été caractérisée par de faibles vents du nord (comme on a pu l'établir à partir des cartes de la pression atmosphérique en surface du SEA et de l'hypothèse géostrophique), mais l'analyse détaillée des conditions associées aux événements est compliquée par l'absence de données réelles sur les vents et les courants dans le détroit de Lancaster.

La stabilisation de la couverture de glace de 1978-1979 se produisit en novembre 1978, après plusieurs stabilisations temporaires des lisières de glace du détroit de Wellington et du détroit du Prince-Régent et une stabilisation antérieure dans le détroit de Parry le long de la ligne reliant les îles Griffith, Lowther et de Russell observée le 3 novembre. Sur l'imagerie NOAA du 28 novembre (Figure 3.1.12) toutefois, une nouvelle limite apparaît; elle relie un point situé à l'ouest du cap Warrender sur l'île Devon au cap Charles Yorke la péninsule Borden et se situe donc un peu à l'ouest de la ligne de stabilisation de l'hiver précédent. Quoiqu'il en soit, la forme de cette limite ne s'est que peu modifiée (voir l'image du 19 janvier 1979 - Figure 3.1.12) jusqu'au 1er février, alors qu'on a observé une certaine dislocation de la glace. Par ailleurs la limite de la fin de novembre restait intacte jusqu'à la débâcle de l'été suivant. Le processus de stabilisation s'est apparemment concrétisé sans progression vers l'est de limites temporaires comme ce fut le cas pendant l'hiver de 1977-1978. Les événements suggèrent plutôt une immobilisation soudaine de la couverture de glace encore qualifiée de mince, de l'est du détroit de Lancaster. Les conditions étaient favorables à un englacement rapide de la région en raison de la couverture importante pendant l'été précédent qui avait limité le réchauffement par rayonnement de

Figure 3.1.11(a) Imagerie satellite NOAA, est du détroit de Parry, 20 janvier 1978

Figure 3.1.11(b) Imagerie satellite NOAA, est du détroit de Parry, 25 février 1978

Figure 3.1.11(c) Imagerie satellite NOAA, est du détroit de Parry, 10 mars 1978

Figure 3.1.11(d) Imagerie satellite NOAA, est du détroit de Parry, 26 mars 1978

la couche d'eau de surface. De plus, des courantomètres amarrés sur le fond et placés à 35 m sous la surface près des îles Philpots et Bylot révèlent une réduction importante des vitesses des courants qui indique un ralentissement général de la circulation de l'eau dans la région pendant la période de novembre 1978 à mars 1979. (Fissel et al 1980). Malheureusement aucune mesure des courants n'a été effectuée au voisinage immédiat de la lisière des glaces et aucune mesure des vents en surface n'est évidemment disponible.

Les progressions de l'englacement pendant les saisons de 1978 et de 1979 sont résumées respectivement dans les Appendices 2 et 3 sous forme de carte de l'ensemble de la baie Baffin et de carte de la concentration de la glace dans la région à l'étude. Pour chaque année, les conditions sont représentées pour la région générale de la mer de Baffin et d'une manière plus détaillée pour la région étudiée.

Les premières parties des séries pour 1978 révèlent l'existence de deux régions majeures où s'effectuent des dégagements dans le nord-ouest de la mer de Baffin. Ces dégagements résultent du prolongement vers le sud de la North Water, qui survient habituellement en mai, et de la disparition simultanée de la glace à l'est de la lisière des glaces du détroit de Parry et au large de la côte est de l'île Devon. L'étendue des zones d'eau libre qui sont apparues dans ces dernières régions a été limitée par le fait que la lisière des glaces se soit formée à l'extrême est et par le dégagement plutôt lent de la mer de Baffin qui a semblé se produire avec un retard d'environ un mois par rapport au dégagement "moyen" de l'Appendice 1B. Des concentrations élevées et modérées de glace ont persisté près de l'entrée du détroit de Lancaster en raison des conditions dans la mer de Baffin avant la dislocation de la lisière des glaces du détroit de Parry survenue à la mi-juillet. La partie de cette lisière qui se prolongeait vers l'est, le long de la côte de l'île Bylot a persisté particulièrement longtemps, ce qui a maintenu des concentrations appréciables de glace le long des côtes nord et est de l'île, jusqu'au début du nouvel englacement à la fin de septembre et au début d'octobre. La plate-forme de glace fixée le long de la côte est de l'île Devon a également persisté exceptionnellement longtemps, restant presque intacte jusque pendant la première partie d'août.

Le dégagement saisonnier de la mer de Baffin a été incomplet dans la région centrale ainsi que le long de la côte de la terre de Baffin. Semblablement, des concentrations élevées de glace ont persisté dans le centre et l'ouest du détroit de Lancaster jusqu'à l'englacement et avaient tendance à persister surtout le long du côté sud du détroit de Parry. La glace a également persisté en quantités importantes, quoique variables en fonction du temps, dans les principales nappes d'eau adjacentes que sont les détroits de Wellington et le goulet du Prince-Régent, le goulet de la mer de l'Amirauté et le détroit du Navy Board.

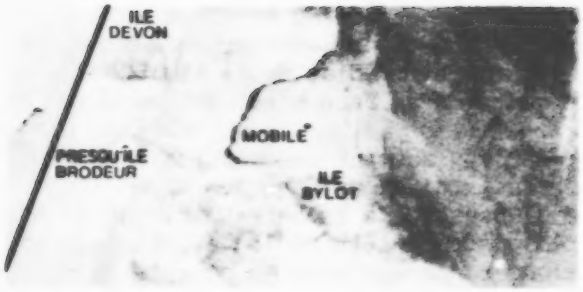


Figure 3.1.12(a) Imagerie satellite NOAA, est du détroit de Parry 28 novembre 1978

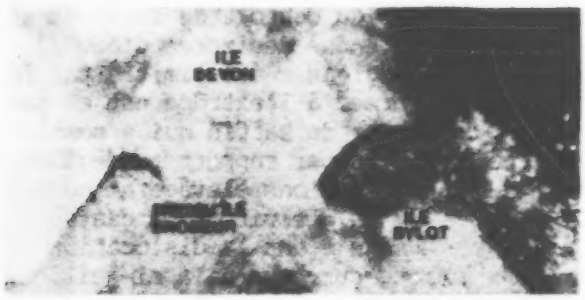


Figure 3.1.12(b) Imagerie satellite NOAA, est du détroit de Parry, 19 janvier 1979

Figure 3.1.12(c) Imagerie satellite NOAA, est du détroit de Parry, 1er février 1979

En 1979, malgré le déplacement de la lisière de glace fixée d'hiver sur une distance relativement courte vers l'ouest, des conditions généralement meilleures ont été observées. Ces conditions ont pu être reliées au dégagement plus normal observé dans la mer de Baffin et/ou aux vents favorables qui ont entraîné une disparition plus hâtive (fin de juillet) de la plate-forme de glace fixée de la côte est de l'île Devon et empêché la persistance de concentrations de glace côtière au large de l'île Bylot au delà de la mi-août. Les déplacement continus de glace provenant de régions plus septentrionales ont maintenu des concentrations faibles ou modérées de floes d'un diamètre généralement inférieur à 2 km près des côtes est et sud-est de l'île Devon. Des concentrations élevées de floes d'un diamètre atteignant jusqu'à 10 km ont également été signalées pendant la fin d'août et une bonne partie de septembre le long du côté nord du centre et de l'ouest du détroit de Lancaster, à l'opposé de la tendance observée l'année précédente alors que la glace se concentrait le long de la rive sud du détroit de Parry.

Des concentrations élevées de glace étaient présentes dans tout le détroit à la mi-octobre, sauf dans une étroite zone de glace mince ou d'eau libre parallèle à la côte sud de l'île Devon et située près de cette dernière. La lisière de glace fixée se stabilisait en 1979-1980 à proximité de l'île Prince-Léopold.

Les précédentes classifications et descriptions de la couverture glacielle du détroit de Parry pendant plusieurs saisons, en fonction de l'emplacement correspondant de la lisière de glace fixée, soulignent une importante composante systématique de la variabilité des conditions de surface d'une année à l'autre. Toutefois, on a peu évalué en détail, jusqu'à présent, à quel point l'emplacement et la date d'apparition de la stabilisation de la glace fixée entrent en corrélation avec les moyennes plus grandes des échelles spatiales et temporelles des principaux paramètres environnementaux du vent, de la température, etc. L'autre possibilité, c'est-à-dire que le phénomène en question se produit selon des échelles temporelles et spatiales beaucoup plus courtes, accentuerait le caractère stochastique des phénomènes hivernaux et rendrait beaucoup plus complexe la prévision. De toute façon, il est évident que d'autres études devront être effectuées sur le problème de la stabilisation prenant nécessairement en considération un contrôle minutieux des régimes de courant, de vent et de glace en différents endroits.

Enfin, vu l'absence d'une compréhension articulée des origines de la variabilité, il convient de donner certaines informations sur les changements observés d'une année à l'autre dans les dates d'apparition de phénomènes annuels reconnaissables. C'est ce que nous faisons au tableau 3.1.1 dans le commentaire qui l'accompagne.

3.2 Caractéristiques de la glace

3.2.1 Epaisseur et proportions de vieille glace

Tableau 3.1.1 Des dates approximatives sont données pour les phénomènes glaciels annuels répétitifs de la période 1973-1979. Dans chacun des cas, les dates correspondent à la semaine et au mois associés au phénomène en question. Une description plus détaillée des phénomènes recensés est donnée dans le glossaire.

	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
1. Formation d'une lisière de glace permanente dans le détroit de Parry					1 nov. 1973	3 janv.	2 fév.	1 avr.	2 mars	1 déc.
2. Détroit de Lancaster libre de glace (est des lisières)	avant le 4 juin	2 juil.	avant le 3 juin	avant le 3 juin	4 juin	4 mai	2 juin	2 juin	1 juin	3 juin
3. Dégel de la lisière de glace permanente	1 juil.	2 juil.	2 juil.	1 juil.	4 juil.	4 juin	1 juil.	1 juil.	3 juil.	3 juil.
4. Débâcle du détroit de Wellington	1 août	4 juil.	3 août	3 juil.	4 juil.	3 juil.	2 août	4 juil.	4 août	4 août
5. Débâcle de l'inlet Prince-Régent	2 juil.	4 juil.	2 août	1 août	4 juil.	1 juil.	3 juil.	2 juil.	1 sept.	4 août
6. Débâcle de l'inlet de l'Amirauté	1 août	4 juil.	2 août	1 août	4 juil.	3 juil.	1 août	4 juil.	2 août	4 août
7. Débâcle de l'inlet Navy Board	2 août	4 juil.	2 août	4 juil.	4 juil.	3 juil.	1 août	4 juil.	2 août	3 août
8. Débâcle du détroit Eclipse	3 août	4 juil.	3 sept.	4 juil.	4 juil.	3 juil.	3 août	4 juil.	2 août	2 août
9. Détroit de Lady Ann libre de glace (est de la lisière)	1 juil.	4 juin	avant le 3 juin	avant le 3 juin	avant le 3 juin	avant le 3 juin	avant le 2 juin	avant le 2 juin	avant le 1 juin	4 juin

	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
10. Dégel de la banquise île Devon N.-E.	2 juil.	4 juin	4 juil.	4 juin	2 juil.	1 juil.	4 juil.	1 août	2 août	4 juil
11. Débâcle du détroit Glacier	4 juil.	4 juil.	2 août	1 août	3 juil.	2 juil.	4 juil.	1 août	2 août	1 août
12. Dégel de la banquise côtière lisière du détroit de Jones	2 sept.	4 août	jamais	2 août	2 août	4 juil.	3 août	1 août	1 sept.	4 août
13. Débâcle de l'île North Philpots	1 août	1 août	1 août	4 juin	3 juil.	3 juil.	1 août	1 août	3 août	1 août
14. Dégel de la banquise côtière de l'île South Philpots	1 août	3 juil.	1 août	4 juin	3 juil.	3 juil.	4 juil.	4 juil.	3 août	4 juil.
15. Dégel de la banquise côtière des caps Warrender-Sherard	4 juil.	4 juin	avant le 3 juin	4 juin	1 juil	4 juin	1 juil.	1 juil.	3 juil.	2 juil.
16. Dégel de la banquise côtière de la baie Croker	2 août	4 juil.	1 août	4 juin	4 juil.	1 juil.	1 août	4 juil.	1 sept.	3 juil.
17. Dégel de la banquise côtière de Maud Bight (Bylot)	4 juil.	2 juil.	3 juil.	4 juil.	1 juil.	1 juil.	3 juil.	4 juil.	2 août	4 juil.
18. Dégel de la banquise côtière de l'île Bylot est	2 juil.	1 août	1 juil.	1 juil.	1 juil.	2 juil.	4 juil.	1 août	2 août	4 juil.
19. Débâcle de l'inlet Pond	2 août	4 juil.	4 août	4 juil.	4 juil.	2 juil.	4 juil.	4 juil.	2 août	1 août

Tableau 3.1.1 (suite)

	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
20. Dégel de la banquise côtière du golfe Bucham	1 août	2 août	2 août	1 août	4 juil.	2 juil.	2 août	1 août	4 août	4 août
21. Détroit de Parry E. conc. 5/10	3 août	3 juil.	1 août	4 juil.	3 juin	2 juil	2 juin	4 juil.	2 sept.	jamais
22. Détroit de Parry E. conc. 1/10	2 sept.	4 juil.	1 août	1 août	4 juin	3 juil.	4 juin	1 août	jamais	jamais
23. Nouvelle glace dans le détroit de Lancaster 8/10	1 oct.	1 oct.	4 sept.	1 oct.	2 oct.	3 sept.	1 oct.	2 oct.	3 sept.	4 sept.
24. Glace fixée dans les chenaux latéraux	3 oct.	3 oct.	après le 1 nov.	1 nov.	3 oct.	1 nov.	4 oct.	3 nov.	4 oct.	4 oct.

Description et emplacement des phénomènes recensés dans le tableau 3.1.1

1. Formation de la lisière de glace hivernale dans le détroit de Lancaster ou le détroit de Barrow
2 La zone située à l'est de la lisière de glace permanente affiche une concentration de glace inférieure à 1/10
4.-8. Concentration de glace inférieure à 9/10
9. La zone située à l'est de la lisière de glace permanente affiche une concentration de glace inférieure à 1/10
10.-11. Concentration de glace inférieure à 9/10
11. Voir figure 1.1
12. Concentration de glace inférieure à 5/10 dans le détroit de Jones
13.-20. Concentration de glace inférieure à 9/10
13. Inlet Hyde (voir figure 1.1)
14. Inlet Bethune (voir figure 1.1)
15. Rive sud de l'île Devon - Cap Warrender au cap Sherard
17. Entre le cap Hay et le cap Liverpool - rive nord de l'île Bylot
18. Baie Bathurst au cap Graham More
21.-22. Concentration moyenne de la glace, est de l'île Cornwallis
24. Inlet de l'Amirauté, inlet Navy Board, détroit de Wellington

D'après la discussion de la section précédente (3.1) il est évident que la couverture de glace du détroit de Lancaster et du nord-ouest de la mer de Baffin est presque complètement remplacée chaque année même dans les pires conditions saisonnières ou pendant "la pire année sur cinq". Localement, l'épaisseur de cette couverture dépend de l'équilibre énergétique des couches supérieures d'eau et de glace, qui elles, dépendent d'un certain nombre de paramètres de l'environnement, dont la vitesse de la dérive de la glace, l'apport d'énergie rayonnée, la température de l'eau et de l'air, l'épaisseur de la couverture isolante de neige etc. Des données expérimentales pour deux emplacements abrités aux environs du détroit de Lancaster sont présentées à la Figure 3.2.1; elles indiquent l'étendue des variations auxquelles on peut s'attendre d'une année à l'autre et les taux typiques de formation de la glace qui dépendent dans une certaine mesure de l'endroit où les données ont été recueillies. Pour la région étudiée il convient de considérer une limite générale de 2 m et une courbe de formation empirique (Figure 3.2.2) (NORCOR, 1978) quelque peu intermédiaire entre les deux courbes expérimentales de la figure 3.2.1 qui indiquent que la fin de mai ou le début de juin marque le début de la période d'ablation. En utilisant la relation

$$h = 0.55 \quad 0 \qquad \text{Ex. 3.2.1}$$

où h = l'épaisseur de la glace en cm et 0 est le nombre de degrés-jours au-dessus de -1.8°C (Bibello 1960), Milne et Smiley (1978), ont constaté que l'épaisseur de la glace dérivant vers l'est à une vitesse de 15 km/jour à compter du 5 juillet diminuerait d'environ 63 cm avant qu'elle n'atteigne le détroit de Navy Board environ 17 jours plus tard. Dans de telles conditions, l'épaisseur typique de la glace à l'origine qui est de 180 cm serait réduite à moins de 117 cm à proximité de l'entrée de la mer de Baffin.

Même si les courbes "universelles" du genre de celles présentées aux Figures 3.2.1 et 3.2.2, sont d'une certaine utilité, il est important de reconnaître que l'épaisseur de la glace dépend systématiquement de variables spatiales et temporelles ainsi que de la proportion de vieille glace (glace ayant survécu à une ou plusieurs fontes estivales). Les données expérimentales sur ces deux aspects de l'environnement glaciel sont difficiles à obtenir et nos connaissances sont théoriques et dérivées des caractéristiques connues des déplacements de la glace.

Il est particulièrement important de distinguer les unes des autres les répartitions de la glace à son épaisseur et à son âge: a) en l'absence d'une lisière de glace fixée en travers du passage et b) et c) dans les zones de glace fixée et de glace de dérive situées respectivement à l'ouest et à l'est d'une telle lisière.

Dans le premier cas a) les courbes de la Figure 3.2.2 seront vraisemblablement représentatives de la couverture de glace régionale dont l'épaisseur est presque uniforme et de sa composante de vieille glace qui, dans le détroit de Lancaster, provient

principalement du bassin Sverdrup (NORCOR 1978). Dans la mer de Baffin et à l'extrême est du détroit de Lancaster on devrait s'attendre à une certaine modification de la proportion de vieille glace puisque à cet endroit celle-ci provient des détroits de Smith et de Jones.

Lorsqu'il y a une lisière de glace fixée en travers du passage, des relations similaires à celle présentées à la Figure 3.2.2 ne restent approximativement valides que dans la partie immobilisée de la couverture de glace (cas b). Le déplacement continu de la glace qui s'éloigne du côté est de cette lisière devrait donner une zone de glace de dérive qui a tendance à être plus épaisse en direction de l'est au moins jusqu'à l'entrée de la mer de Baffin. Dans ce cas, l'arrivée de glace étant interrompue à la lisière de glace fixée, il y a également diminution de la proportion de vieille glace dans la zone de glace mobile. Une plus petite augmentation de l'épaisseur de la glace peut également exister du sud au nord dans le détroit de Lancaster en raison des vitesses de dérive plus élevées en hiver observées du côté sud de cette nappe d'eau (Section 3.3). Par exemple, (pour une vitesse de dérive typique de 10 km/jour en hiver, l'épaisseur de la glace se formant à la lisière de glace de l'île Prince-Léopold en mars augmenterait de 51 cm (Milne et Smiley,1978) avant qu'elle n'arrive, environ 26 jours plus tard, au nord du détroit de Navy Board. Dans les circonstances décrites, une vitesse moyenne de dérive variant entre 3 km/jour et 15 km/jour donnerait une augmentation de 30 à 150 cm de l'épaisseur de la glace dans l'est du détroit de Lancaster.

Ces hypothèses sont malheureusement difficiles à vérifier en raison de la rareté des mesures de l'épaisseur de la glace au large dans la région étudiée. Des données pertinentes obtenues pendant le voyage effectué en mai 1970 par le SS "Manhattan" sont reportées à la Figure 3.2.3 avec un croquis de la limite annuelle correspondante de la glace fixée. Quoique l'emplacement de cette dernière ne puisse être déterminé qu'avec une précision relative en raison du caractère primitif de l'imagerie satellite de l'époque, les données semblent généralement avoir été obtenues dans la zone de glace mobile située à l'est de ladite limite. En plus de l'étendue des valeurs des mesures présentées pour chaque emplacement, des variations considérables sont évidentes d'un emplacement à un autre, la glace la plus mince ayant été mesurée dans les sections ouest et nord-ouest du parcours illustré qui sont respectivement adjacentes à la partie la plus à l'ouest de la lisière des glaces et au sud-est de l'île Devon. L'interprétation de ces données à la lumière de ce qui précède est difficile en raison: de l'absence de renseignements concernant les vitesses de dérive antérieures, de la proximité de la lisière des glaces de la mer de Baffin et du nombre généralement peu élevé de mesures effectuées. A l'heure actuelle la principale utilité de ces données réside dans le fait qu'elles confirment la présence de glace, dans les régions situées en aval de la lisière de glace fixée, dont l'épaisseur moyenne est bien inférieure à l'épaisseur de 2 m caractéristique pour l'ensemble de la région.

Les seules données quantitatives concernant les proportions de vieille glace dans la région étudiée doivent être tirées des estimations enregistrées depuis 1959 dans le cadre des programmes de surveillance aérienne de la glace du Service de l'environnement atmosphérique. Quoique la précision de ces estimations peut être quelque peu discutable, ces données ont récemment été traitées et disposées sous forme de tableaux par Pétro-Canada Ltée pour la période de 1959 à 1974 (Miller). Elles sont présentées dans ce rapport en termes de probabilités hebdomadaires cumulées de la concentration de vieille glace, pour onze emplacements choisis (voir Figure 3.2.4). Telles que présentées aux Tableaux 3.2.1 à 3.2.11, ces probabilités sont exprimées en pourcentages du nombre d'années pendant lesquelles la concentration hebdomadaire de vieille glace est égale ou inférieure à une valeur donnée (en dixièmes).

Si nous considérons d'abord les données pour les emplacements 520 et 524 (Tableaux 3.2.1 et 3.2.2) situés le long du principal trajet prévu d'arrivée de vieille glace, on constate que les concentrations relevées étaient supérieures à 3/10 pendant la période précédant le mois d'août. Pendant les mois d'août à octobre, les pourcentages pour des concentrations de vieille glace de 10/10 et pour des concentrations supérieures à 3/10 étaient respectivement de 23% et de 62%. Cette augmentation en fin de saison des quantités de vieille glace correspond aux sorties importantes du détroit de Smith et du bassin Kane. Une sortie similaire est évidente à l'examen des statistiques pour les emplacements 540 et 541 (Tableaux 3.2.3 et 3.2.4) situés à la sortie du détroit de Jones dans le détroit de Lady Ann et immédiatement en aval de celui-ci. Pendant la semaine du 17 septembre, les données indiquent une probabilité de 45% que la concentration de vieille glace soit supérieure à 3/10.

Aux emplacements 557 et 558 situés au large de la côte est de l'île Devon, les données (Tableaux 3.2.5 et 3.2.6) indiquent des probabilités généralement plus faibles de concentrations très élevées de vieille glace. Les arrivées importantes semblent en particulier les plus vraisemblables à l'emplacement 557 situé près de la côte où des concentrations supérieures à 6/10 ont été observées pour 20% des années à la fin d'août ou au début de septembre. Des concentrations légèrement inférieures étaient observées le plus régulièrement pendant le mois d'octobre.

Des comparaisons des enregistrements pour les emplacements 569 et 501 (Tableaux 3.2.7 et 3.2.8) suggèrent que la vieille glace qui apparaît sur les enregistrements de stations plus septentrionales a tendance à suivre l'écoulement intrusif qui bifurque brusquement à l'emplacement 501. Quoique globalement les statistiques indiquent une probabilité de 30% ou moins que les concentrations de vieille glace ne soient pas nulles à ce dernier emplacement, on a enregistré une couverture de 10/10 pour 14% des années étudiées.

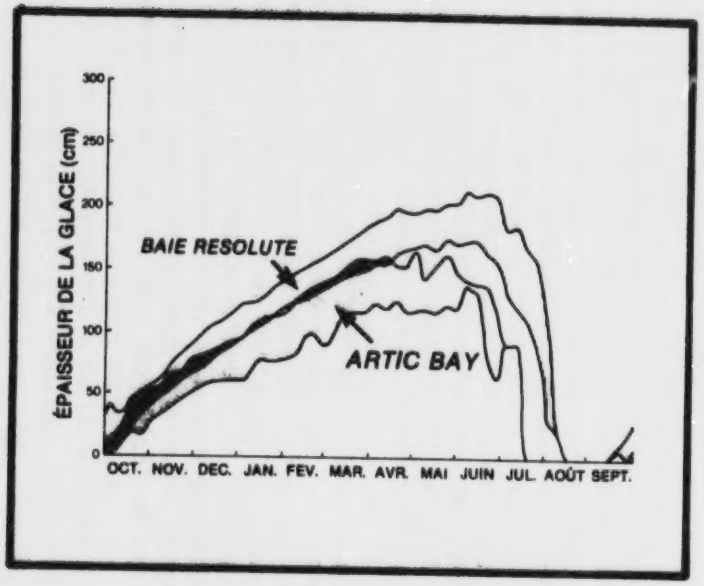


Figure 3.2.1 Epaisseur de la glace en fonction du temps à Resolute et à Arctic Bay. Les aires ombragées indiquent la variabilité d'une année à l'autre.

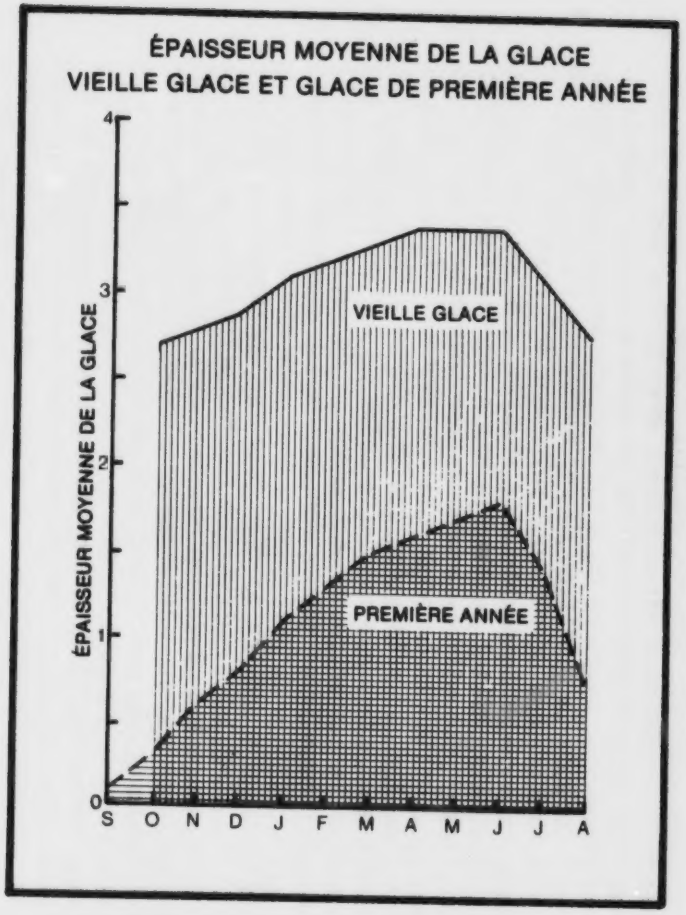


Figure 3.2.2 Courbe empirique d'épaississement de la glace dans la région étudiée (NORCOR, 1978).

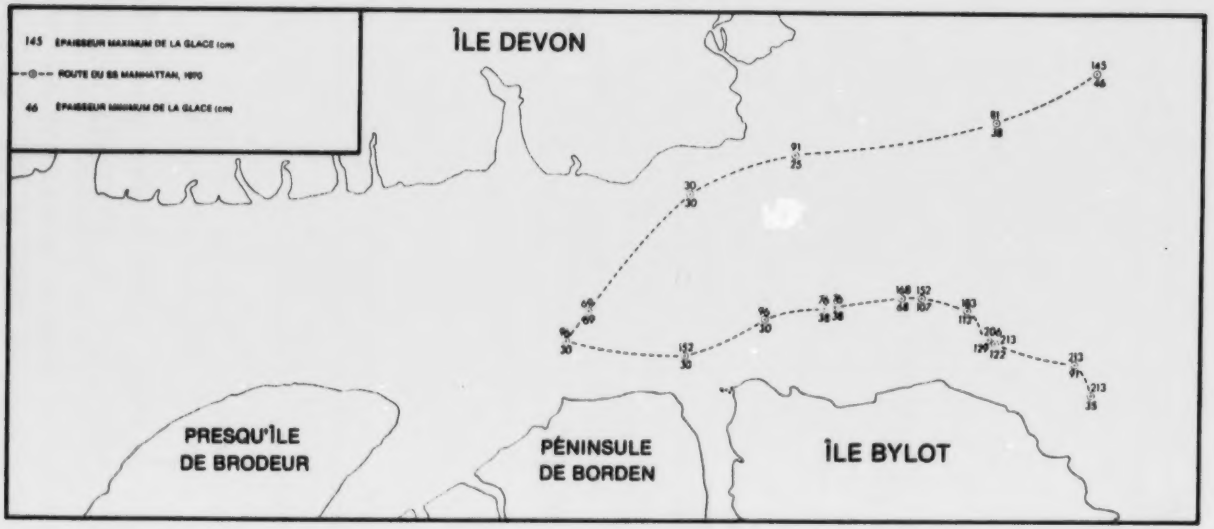


Figure 3.2.3 Epaisseur de glace mesurée du 2 au 10 mai 1970 à bord du S.S. Manhattan. La ligne pleine indique la limite approximative de la glace de rive.

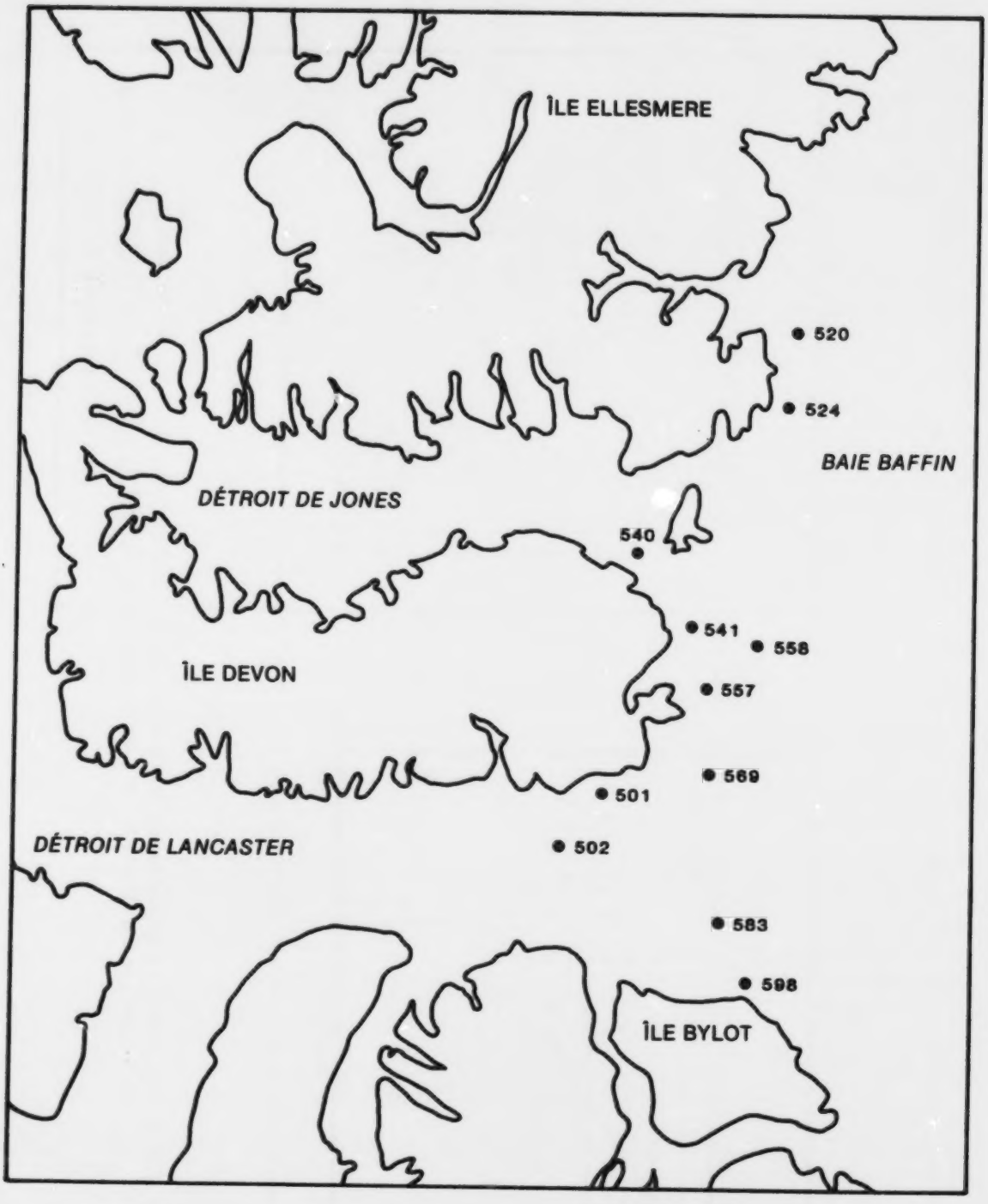


Figure 3.2.4 Localisation des emplacements des relevés de la couverture de glace du SEA mentionnés dans le texte

Pour l'emplacement 502, situé dans la partie sud de l'écoulement intrusif, les données (Tableau 3.2.9) ressemblent à celles obtenues pour l'emplacement 501 situé en aval et correspondent généralement à des concentrations faibles ou négligeables occasionnellement interrompues en septembre (probabilité 10%) par le passage de champs de vieille glace de concentration élevée (10/10).

Les emplacements 583 et 598, situés plus loin le long du trajet de l'écoulement intrusif au nord de l'île Bylot (Tableaux 3.2.10 et 3.2.11) sont de toute évidence soumis à des arrivées similaires de concentrations élevées de vieille glace pendant une durée quelque peu plus courte à la fin de septembre. Pendant le mois d'octobre, les concentrations enregistrées sont nettement plus élevées que celles signalées aux emplacements 501 et 502 situés dans la partie amont de l'intrusion. Il est possible que ces concentrations plus importantes de vieille glace soient attribuables aux écoulements de glace en direction de l'est, observés à l'automne le long du côté sud du détroit de Parry.

Ces résultats statistiques permettent en réalité de dégager les grandes lignes des répartitions caractéristiques de vieille glace dans la région étudiée. Tel que mentionné précédemment, la précision des estimations numériques sur lesquelles sont basés ces résultats reste discutable, en particulier quant aux concentrations les moins élevées de vieille glace. De manière plus fondamentale toutefois, ces données sont d'une utilité limitée quant à l'évaluation des dangers pour l'environnement en raison de la perte de résolution spatiale inhérente à l'établissement de moyennes. En conséquence, les dangers persistent dans les secteurs où les proportions de vieille glace sont théoriquement nulles en raison de la non-homogénéité de la répartition de la glace dans l'espace et des limites de détection inhérentes à l'observation aérienne. A notre connaissance, il n'existe aucune donnée sur les concentrations de fond typiques de vieille glace dans les champs de glace renfermant en principe de la glace de première année.

3.2.2 Configurations typiques de la glace de dérive et dimensions des floes

Dans les discussions qui précèdent, la répartition régionale de la glace a été en grande partie étudiée au moyen de cartes des proportions de la surface localement recouvertes de glace flottante. Les simplifications qui en résultent, nécessaires pour le traitement des données, négligent en réalité des détails, comme la forme et la composition de la glace de dérive en termes de taille des floes, qui sont presque certainement pertinents au niveau de la description de l'environnement glaciel.

La présente sous-section vise à combler cette lacune en présentant des exemples des caractéristiques physiques les plus communes de la glace de dérive telles qu'observées sur l'imagerie satellite Landsat ainsi qu'une très brève énumération de données tirées de dossiers d'observation aérienne du SEA sur les couvertures de glace regroupant de grands floes (de dimensions linéaires supérieures à 100 m).

CONCENTRATION DE GLACE - VIELLE GLACE

BAIE BAFFIN — EMPLACEMENT = 520

PROBABILITE CUMULEE — 1959-1974

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DATE
50	50	63	88	88	88	88	100	100	100	100	21 mai
43	71	86	100	100	100	100	100	100	100	100	28 mai
50	75	100	100	100	100	100	100	100	100	100	04 juin
38	63	75	88	88	88	88	100	100	100	100	11 juin
56	67	78	78	78	100	100	100	100	100	100	18 juin
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	25 juin
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	02 juil.
82	82	82	100	100	100	100	100	100	100	100	09 juil.
91	91	91	91	91	91	91	100	100	100	100	16 juil.
69	69	69	77	77	85	85	92	100	100	100	23 juil.
62	69	69	69	69	77	77	85	92	92	100	30 juil.
47	47	47	60	73	80	87	93	93	93	100	06 août
43	50	50	57	64	71	71	79	93	100	100	13 août
36	36	36	57	57	71	71	71	79	86	100	20 août
50	50	50	64	64	64	71	71	79	93	100	27 août
38	38	38	38	46	54	69	69	69	77	100	03 sept.
50	50	50	50	67	67	83	83	92	92	100	10 sept.
23	23	23	69	69	77	85	85	92	100	100	17 sept.
23	23	23	38	46	46	69	69	95	85	100	24 sept.
7	7	7	21	43	57	71	71	86	100	100	01 oct.
21	21	21	43	57	57	79	86	100	100	100	08 oct.
9	9	9	36	55	64	82	91	91	100	100	15 oct.
17	17	17	42	50	67	92	92	100	100	100	22 oct.
18	18	27	36	55	82	91	100	100	100	100	29 oct.

Tableau 3.2.1 Probabilités hebdomadaires cumulées de la concentration de vieille glace - emplacement 520. Ces probabilités sont exprimées en pourcentages du nombre d'années pendant lesquelles la concentration hebdomadaire de vieille glace est égale ou inférieure à une valeur donnée (en dixièmes).

BAIE BAFFIN

CONCENTRATION DE GLACE - VIELLE GLACE
EMPLACEMENT = 524

PROBABILITE CUMULEE 1959-1974

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DATE
86	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	21 mai
63	75	75	88	88	100	100	100	100	100	100	28 mai
86	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	04 juin
90	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	11 juin
73	73	73	82	82	100	100	100	100	100	100	18 juin
80	80	90	90	90	100	100	100	100	100	100	25 juin
86	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	02 juil.
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	09 juil.
92	92	92	92	92	92	92	100	100	100	100	16 juil.
87	87	87	93	93	100	100	100	100	100	100	23 juil.
93	93	93	93	93	93	93	93	100	100	100	30 juil.
75	75	83	83	83	92	100	100	100	100	100	06 août
58	67	75	83	83	83	83	83	92	92	100	13 août
46	46	46	54	54	77	77	77	85	85	100	20 août
53	53	60	67	67	67	80	80	80	87	100	27 août
36	36	36	36	64	71	79	79	79	79	100	03 sept.
58	58	58	58	75	75	83	83	92	92	100	10 sept.
15	15	15	46	54	62	69	77	77	85	100	17 sept.
36	36	36	43	50	57	79	79	86	86	100	24 sept.
8	8	8	31	54	77	85	85	85	100	100	01 oct.
27	27	33	53	60	60	73	87	100	100	100	08 oct.
8	8	17	33	50	75	83	92	92	100	100	15 oct.
14	14	21	43	57	71	93	93	100	100	100	22 oct.
17	33	42	42	58	100	100	100	100	100	100	29 oct.

Tableau 3.2.2 Probabilités hebdomadaires cumulées de la concentration de vieille glace - emplacement 524.

CONCENTRATION DE GLACE - VIELLE GLACE

BAIE BAFFIN EMPLACEMENT = 540

PROBABILITE CUMULEE 1959-1974

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DATE
80	90	90	90	90	100	100	100	100	100	100	21 mai
89	89	89	100	100	100	100	100	100	100	100	28 mai
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	04 juin
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	11 juin
90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	100	18 juin
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	25 juin
90	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	02 juil.
91	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	09 juil.
93	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	16 juil.
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	23 juil.
93	93	93	93	100	100	100	100	100	100	100	30 juil.
87	87	87	93	100	100	100	100	100	100	100	06 août
93	93	100	100	100	100	100	100	100	100	100	13 août
87	87	87	87	87	100	100	100	100	100	100	20 août
73	73	73	73	73	80	87	87	87	87	100	27 août
80	80	80	80	80	80	80	87	87	87	100	03 sept.
93	93	93	93	93	93	93	93	100	100	100	10 sept.
36	45	45	55	73	73	73	73	73	91	100	17 sept.
69	69	69	69	77	85	85	85	85	85	100	24 sept.
31	31	38	62	77	77	92	92	92	100	100	01 oct.
27	40	40	60	60	67	73	93	93	100	100	08 oct.
38	46	69	77	85	92	100	100	100	100	100	15 oct.
21	36	57	79	79	93	100	100	100	100	100	22 oct.
45	45	64	82	100	100	100	100	100	100	100	29 oct.

Tableau 3.2.3 Probabilités hebdomadaires cumulées de la concentration de vieille glace - emplacement 540.

CONCENTRATION DE GLACE - VIELLE GLACE
BAIE BAFFIN EMPLACEMENT = 541

PROBABILITE CUMULEE 1959-1974

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DATE
89	89	89	89	100	100	100	100	100	100	100	21 mai
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	28 mai
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	04 juin
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	11 juin
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	18 juin
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	25 juin
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	02 juil.
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	09 juil.
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	16 juil.
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	23 juil.
93	93	93	93	100	100	100	100	100	100	100	30 juil.
87	87	87	93	100	100	100	100	100	100	100	06 août
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	13 août
93	93	93	93	93	100	100	100	100	100	100	20 août
80	80	80	80	80	80	87	87	87	87	100	27 août
87	87	87	87	87	87	87	93	93	93	100	03 sept.
93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	100	10 sept.
58	58	58	67	67	67	75	75	75	75	100	17 sept.
71	71	71	71	79	79	86	86	86	86	100	24 sept.
50	57	57	71	71	71	86	86	93	100	100	01 oct.
33	47	47	67	73	80	87	100	100	100	100	08 oct.
38	46	62	69	77	85	92	100	100	100	100	15 oct.
7	21	43	71	71	86	100	100	100	100	100	22 oct.
36	45	64	73	91	100	100	100	100	100	100	29 oct.

Tableau 3.2.4 Probabilités hebdomadaires cumulées de la concentration de vieille glace - emplacement 541.

CONCENTRATION DE GLACE - VIELLE GLACE
BAIE BAFFIN EMPLACEMENT = 557

PROBABILITE CUMULEE 1959-1974

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DATE
71	86	86	86	100	100	100	100	100	100	100	21 mai
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	28 mai
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	04 juin
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	11 juin
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	18 juin
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	25 juin
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	02 juil.
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	09 juil.
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	16 juil.
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	23 juil.
93	93	93	93	100	100	100	100	100	100	100	30 juil.
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	06 août
93	93	100	100	100	100	100	100	100	100	100	13 août
93	93	93	93	93	100	100	100	100	100	100	20 août
87	87	87	87	87	87	93	93	93	93	100	27 août
80	80	80	80	80	80	80	87	87	87	100	03 sept.
93	93	93	93	100	100	100	100	100	100	100	10 sept.
77	77	77	77	77	92	92	92	92	92	100	17 sept.
64	64	64	64	79	79	86	86	86	86	100	24 sept.
57	64	64	79	79	79	93	93	93	100	100	01 oct.
36	50	50	71	79	86	93	100	100	100	100	08 oct.
31	31	46	54	69	77	85	92	100	100	100	15 oct.
14	43	57	71	71	79	100	100	100	100	100	22 oct.
45	55	73	82	100	100	100	100	100	100	100	29 oct.

Tableau 3.2.5 Probabilités hebdomadaires cumulées de la concentration de vieille glace - emplacement 557.

CONCENTRATION DE GLACE - VIELLE GLACE
BAIE BAFFIN EMPLACEMENT = 558

PROBABILITE CUMULEE 1959-1974

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DATE
88	88	88	88	100	100	100	100	100	100	100	21 mai
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	28 mai
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	04 juin
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	11 juin
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	18 juin
92	92	92	92	92	100	100	100	100	100	100	25 juin
92	92	92	100	100	100	100	100	100	100	100	02 juil.
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	09 juil.
93	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	16 juil.
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	23 juil.
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	30 juil.
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	06 août
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	13 août
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	20 août
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	27 août
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	03 sept.
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	10 sept.
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	17 sept.
80	80	80	80	80	80	87	87	87	87	100	24 sept.
93	93	93	100	100	100	100	100	100	100	100	01 oct.
50	64	64	79	86	93	100	100	100	100	100	08 oct.
40	40	40	70	80	90	100	100	100	100	100	15 oct.
29	43	64	79	79	79	100	100	100	100	100	22 oct.
36	55	64	73	91	100	100	100	100	100	100	29 oct.

Tableau 3.2.6 Probabilités hebdomadaires cumulées de la concentration de vieille glace - emplacement 558.

CONCENTRATION DE GLACE - VIELLE GLACE

BAIE BAFFIN EMPLACEMENT = 569

PROBABILITE CUMULEE 1959-1974

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DATE
88	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	21 mai
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	28 mai
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	04 juin
91	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	11 juin
82	91	91	100	100	100	100	100	100	100	100	18 juin
92	92	92	92	92	100	100	100	100	100	100	25 juin
92	92	92	100	100	100	100	100	100	100	100	02 juil.
83	92	92	100	100	100	100	100	100	100	100	09 juil.
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	16 juil.
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	23 juil.
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	30 juil.
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	06 août
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	13 août
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	20 août
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	27 août
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	03 sept.
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	10 sept.
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	17 sept.
93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	100	24 sept.
93	93	93	100	100	100	100	100	100	100	100	01 oct.
71	79	79	86	86	93	100	100	100	100	100	08 oct.
55	55	64	82	100	100	100	100	100	100	100	15 oct.
36	50	79	86	86	86	100	100	100	100	100	22 oct.
33	75	83	92	92	100	100	100	100	100	100	29 oct.

Tableau 3.2.7 Probabilités hebdomadaires cumulées de la concentration de vieille glace - emplacement 569.

CONCENTRATION DE GLACE - VIELLE GLACE
BAIE BAFFIN EMPLACEMENT = 501

PROBABILITE CUMULEE 1959-1974

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DATE
83	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	21 mai
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	28 mai
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	04 juin
85	92	100	100	100	100	100	100	100	100	100	11 juin
92	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	18 juin
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	25 juin
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	02 juil.
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	09 juil.
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	16 juil.
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	23 juil.
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	30 juil.
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	06 août
94	94	94	100	100	100	100	100	100	100	100	13 août
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	20 août
93	93	100	100	100	100	100	100	100	100	100	27 août
93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	100	03 sept.
86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	100	10 sept.
86	86	86	86	86	93	93	93	93	93	100	17 sept.
87	87	87	87	87	87	93	93	93	93	100	24 sept.
87	87	87	87	87	87	100	100	100	100	100	01 oct.
69	77	77	85	92	92	92	92	100	100	100	08 oct.
82	91	91	91	100	100	100	100	100	100	100	15 oct.
79	93	100	100	100	100	100	100	100	100	100	22 oct.
83	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	29 oct.

Tableau 3.2.8 Probabilités hebdomadaires cumulées de la concentration de vieille glace - emplacement 501.

CONCENTRATION DE GLACE - VIELLE GLACE
BAIE BAFFIN EMPLACEMENT = 502

PROBABILITE CUMULEE 1959-1974

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DATE
88	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	21 mai
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	28 mai
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	04 juin
90	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	11 juin
83	92	92	100	100	100	100	100	100	100	100	18 juin
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	25 juin
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	02 juil.
92	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	09 juil.
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	16 juil.
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	23 juil.
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	30 juil.
93	93	93	93	93	100	100	100	100	100	100	06 août
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	13 août
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	20 août
93	93	93	93	93	93	93	93	100	100	100	27 août
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	03 sept.
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	10 sept.
86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	100	17 sept.
87	87	87	87	87	87	93	93	93	93	100	24 sept.
93	93	93	93	93	93	100	100	100	100	100	01 oct.
77	85	85	85	92	92	92	92	100	100	100	08 oct.
80	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	15 oct.
77	85	100	100	100	100	100	100	100	100	100	22 oct.
67	92	100	100	100	100	100	100	100	100	100	29 oct.

Tableau 3.2.9 Probabilités hebdomadaires cumulées de la concentration de vieille glace - emplacement 502.

BAIE BAFFIN

CONCENTRATION DE GLACE - VIELLE GLACE
EMPLACEMENT = 583

PROBABILITE CUMULEE

1959-1974

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DATE
88	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	21 mai
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	28 mai
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	04 juin
91	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	11 juin
80	90	90	100	100	100	100	100	100	100	100	18 juin
92	92	92	92	92	100	100	100	100	100	100	25 juin
92	92	92	100	100	100	100	100	100	100	100	02 juil.
92	92	92	100	100	100	100	100	100	100	100	09 juil.
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	16 juil.
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	23 juil.
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	30 juil.
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	06 août
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	13 août
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	20 août
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	27 août
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	03 sept.
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	10 sept.
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	17 sept.
88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	100	24 sept.
80	80	80	87	87	87	87	87	100	100	100	01 oct.
75	75	75	83	92	100	100	100	100	100	100	08 oct.
55	73	73	73	91	100	100	100	100	100	100	15 oct.
43	50	79	86	86	93	100	100	100	100	100	22 oct.
42	75	83	92	92	92	100	100	100	100	100	29 oct.

Tableau 3.2.10 Probabilités hebdomadaires cumulées de la concentration de vieille glace - emplacement 583.

CONCENTRATION DE GLACE - VIELLE GLACE

BAIE BAFFIN EMPLACEMENT = 598

PROBABILITE CUMULEE 1959-1974

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DATE
86	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	21 mai
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	28 mai
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	04 juin
80	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	11 juin
80	90	90	100	100	100	100	100	100	100	100	18 juin
82	82	82	91	91	100	100	100	100	100	100	25 juin
92	92	92	100	100	100	100	100	100	100	100	02 juil.
85	85	85	92	92	100	100	100	100	100	100	09 juil.
92	92	100	100	100	100	100	100	100	100	100	16 juil.
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	23 juil.
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	30 juil.
93	93	93	93	93	100	100	100	100	100	100	06 août
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	13 août
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	20 août
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	27 août
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	03 sept.
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	10 sept.
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	17 sept.
88	94	94	94	94	94	94	94	94	94	100	24 sept.
80	87	87	93	93	93	93	93	100	100	100	01 oct.
79	79	79	79	86	93	93	93	93	93	100	08 oct.
55	64	64	64	82	91	100	100	100	100	100	15 oct.
43	50	79	86	86	93	100	100	100	100	100	22 oct.
50	83	92	92	92	92	100	100	100	100	100	29 oct.

Tableau 3.2.11 Probabilités hebdomadaires cumulées de la concentration de vieille glace - emplacement 598.

Les Figures 3.2.5 et 3.2.6 présentent des exemples typiques d'entités communes respectivement désignées comme étant des ceintures et des spirales de glace. Dans le premier cas, les ceintures de glace ont tendance à occuper les parties centrales des réseaux régionaux de courants de surface où les vitesses sont élevées. Leurs dimensions plus faibles, linéaires à contre-courant, varient caractéristiquement d'une fraction de kilomètre à plus de 10 km. Comme on peut le constater sur l'imagerie satellite, ces entités peuvent avoir une longueur d'une centaine de kilomètres ou plus. De telles entités sont particulièrement communes en septembre et en octobre alors qu'elles peuvent constituer, avec la prédominance de concentrations plus importantes de vieille glace, des obstacles majeurs pour la navigation et les opérations.

De la même manière que les ceintures de glace ont tendance à être associées aux régions où les courants sont puissants et unidirectionnels, les spirales de glace sont généralement observées dans les régions où les courants de surface sont caractéristiquement faibles et de direction variable. Les spirales ont habituellement une dérive nette et gardent en général leur forme pendant au moins trois à quatre jours (voir la succession de la Figure 3.2.7), forme qui correspond sans aucun doute de près aux portions en forme de boucles des trajectoires des icebergs et des drogues dérivantes signalées à la Section 3.4 et par Fissel, Lemon et Birch (1980).

Pour des raisons pratiques, Pétro-Canada Ltée a adopté au niveau de ses programmes de planification des opérations une méthode de classification plus spécifique permettant de représenter d'une manière simple les entités de glace de mer observées. Ces catégories de glace sont les suivantes:

1.	Champs de glace:	Zones de glace de dérive composées de floes de toutes dimensions, où les concentrations sont de 3/10 ou plus et dont la superficie est supérieure à 100 km^2.
2.	Ilots de glaces:	Zones isolées de glace de dérive dont la superficie est inférieure à 100 km^2 et dont la concentration est égale ou supérieure à 3/10.
3.	Ceintures de glace:	Zones de glace de dérive de forme linéaire dont la longueur est au moins 5 fois supérieure à la largeur. La concentration et la superficie minimales de cette zone sont respectivement de 3/10 et de 100 km^2.

4. Floes individuels: Floes uniques ou repérables ou glace dont la concentration est inférieure à 3/10.

5. Cordon de glace: Zones de glace de dérive possédant les caractéristiques de la ceinture de glace, mais d'une superficie inférieure à 100 km^2.

Les distinctions entre ces catégories sont évidemment arbitraires et constituent une tentative plutôt grossière de représentation du continuum du glaciel marin illimité, à des fins de simulation et d'évaluation.

Malheureusement on ne dispose que de peu de données historiques permettant des estimations des fréquences de formation ou de la composition (en termes de taille des floes constituants) de ces entités. Les données sur la taille des floes sont particulièrement critiques pour les évaluations relatives aux opérations puisque ce paramètre est déterminant quant aux modes d'exploitation des navires de transport et de forage.

Les données des relevés aériens du SEA fournissent à cet égard des renseignements pertinents en fonction du temps, en termes de listes hebdomadaires des proportions de la couverture de surface occupées par des floes moyens, c.-à-d. dont les dimensions linéaires sont supérieures à 100 m. Ces données ont été traitées à l'aide de la méthode des probabilités cumulées utilisée précédemment pour caractériser la présence proportionnelle de vieille glace. Nous avons décidé de ne représenter ici qu'une petite partie des données exprimées en termes de pourcentages de la probabilité que la concentration de glace soit respectivement supérieure à 3/10 et à 8/10. Les données présentées concernent l'emplacement 520 situé le long de la principale trajectoire d'arrivée de la glace par le nord (Figure 3.2.8), l'emplacement 502 situé dans la partie sud de l'intrusion dans le détroit de Lancaster (Figure 3.2.9) et l'emplacement 598 situé dans la région du courant en direction est au nord de l'Île Bylot (Figure 3.2.10). Comme dans le cas des statistiques sur la concentration globale de glace, c'est évidemment à l'emplacement septentrional 520 que l'on trouve les concentrations les plus élevées de grands floes. La probabilité que la concentration de glace soit de 10/10 atteint presque la valeur maximale pour la période précédant la mi-juin et ne tombe qu'à 50% pour une concentration supérieure à 3/10 pendant le reste de l'été et l'automne. A l'emplacement 502, dans le détroit de Lancaster, la probabilité d'une concentration élevée (7 à 8/10) de grands floes reste faible ou négligeable pendant toute la période de mai à octobre (Figure 3.2.9). Une probabilité importante (72%) d'une concentration modérée ou de 3/10 semble n'exister que pendant l'intervalle excluant la période allant de la mi-juillet au mois d'octobre. Des probabilités plus importantes de concentrations élevées et modérées de floes existent à l'emplacement 598 et

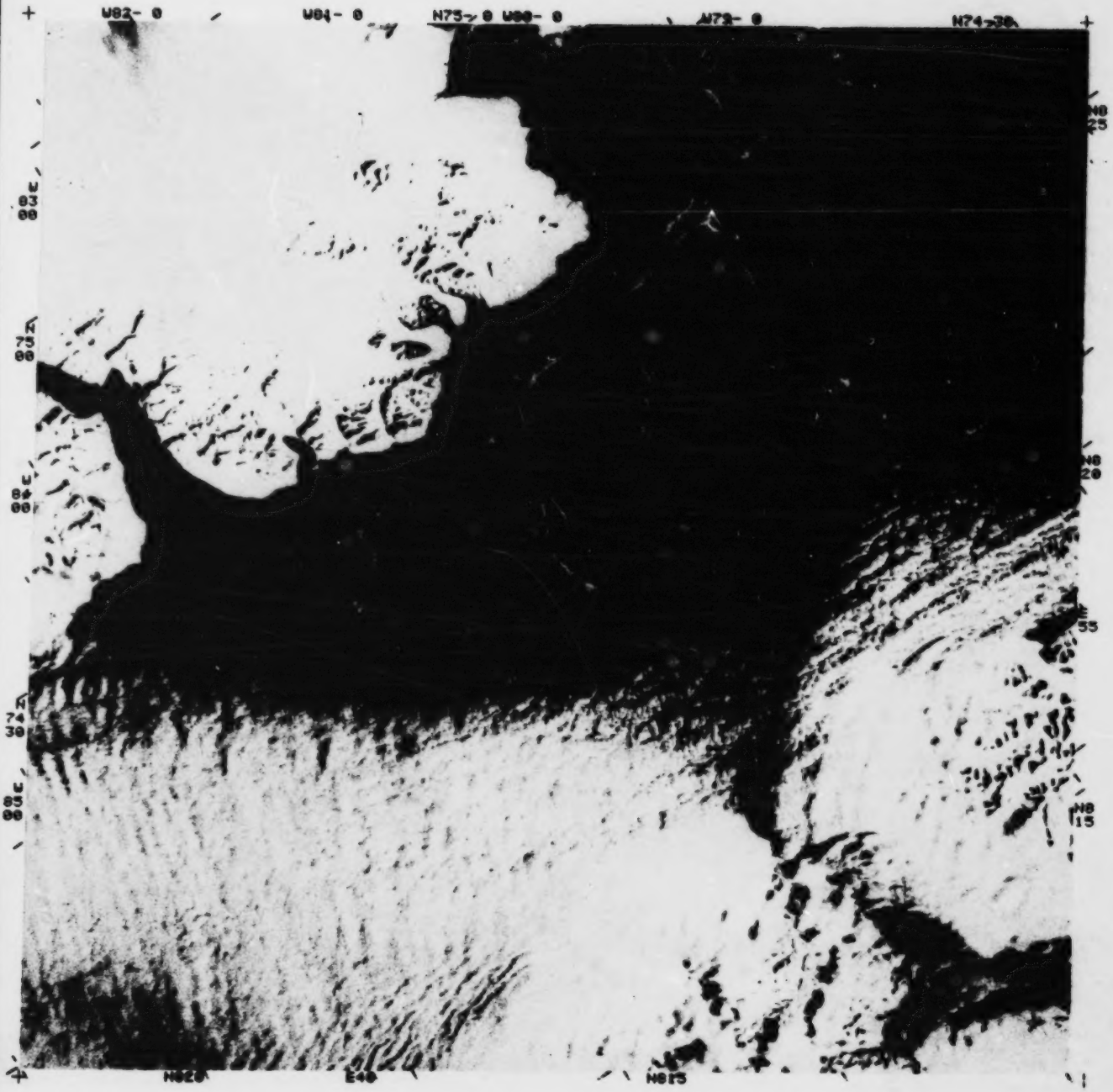


Figure 3.2.5 Imagerie Landsat montrant une ceinture de glace, 17 septembre 1977.

Figure 3.2.6 Imagerie Landsat montrant une spirale de glace, 9 juin 1974.

Figure 3.2.7 (a) Imagerie Landsat, 20 juin 1974, est du détroit de Lancaster.

Figure 3.2.7 (b) Imagerie Landsat, 21 juin 1974, est du détroit de Lancaster.

Figure 3.2.7 (c) Imagerie Landsat, 22 juin 1974, est du détroit de Lancaster.

Figure 3.2.8 Probabilités exprimées en pourcentages que la concentration de floes moyens (100 m) soit supérieure à 3/10 et à 8/10 - emplacement 520

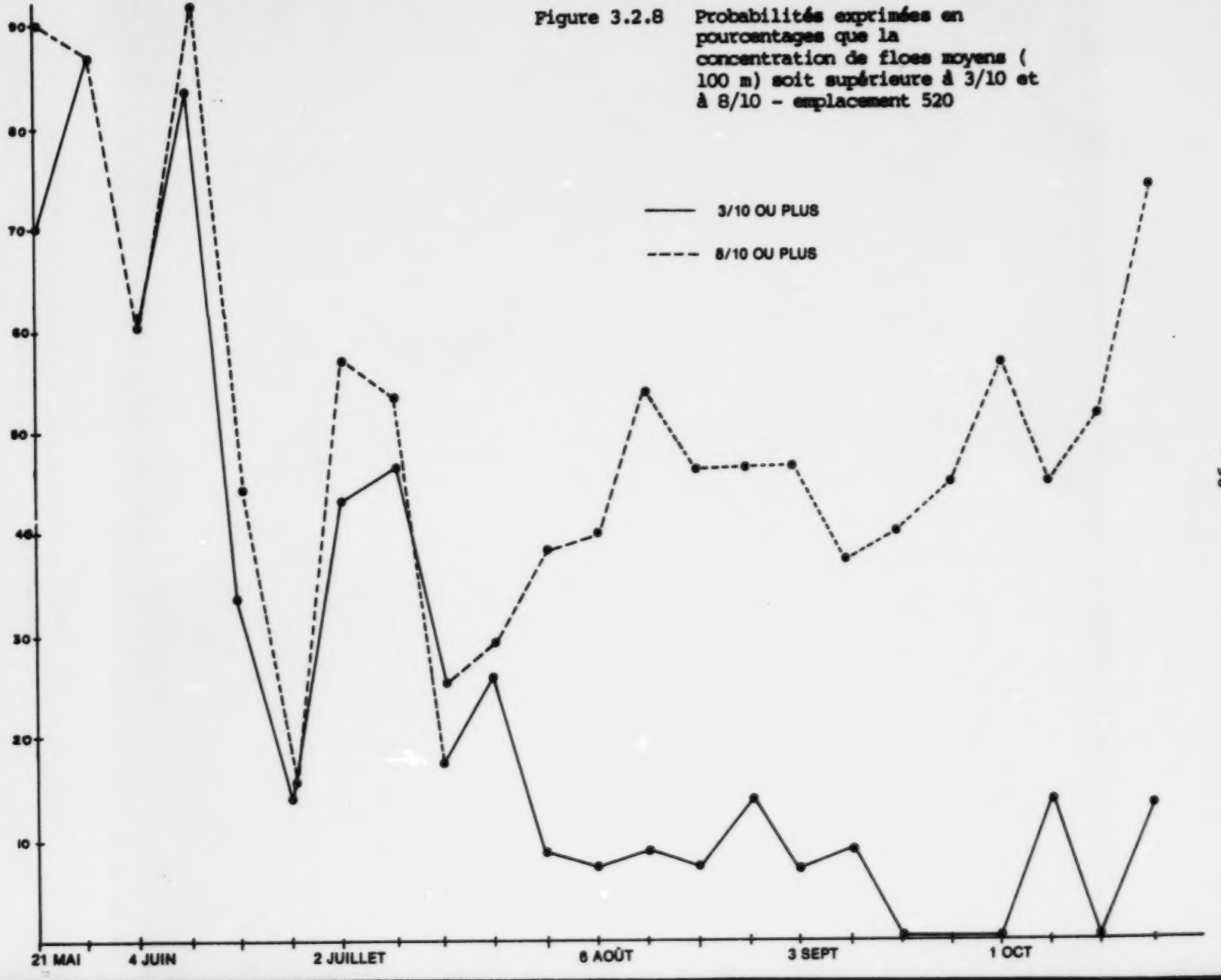


Figure 3.2.9 Probabilités exprimées en pourcentages que la concentration de floes moyens soit supérieure à 3/10 et à 8/10 - emplacement 502

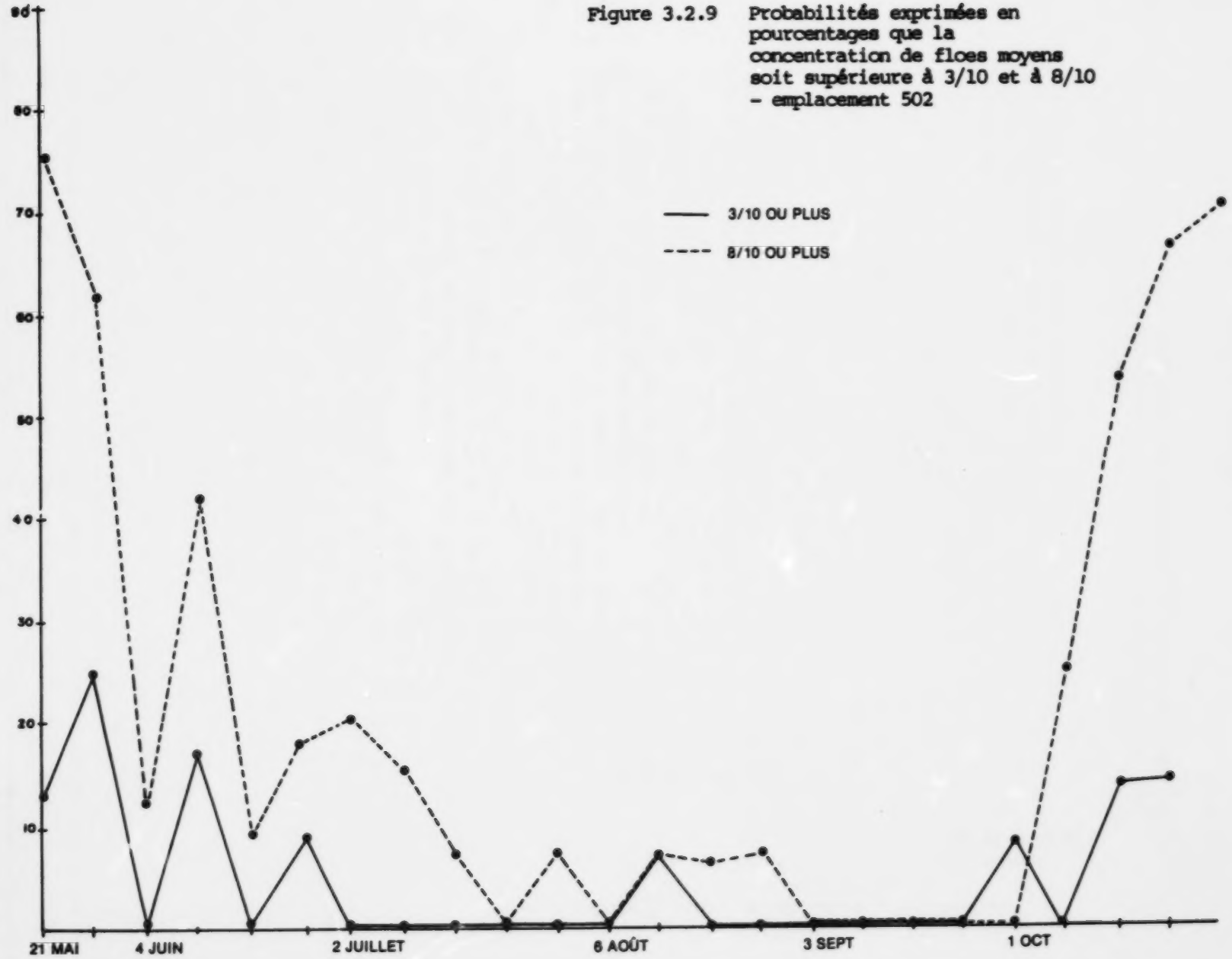
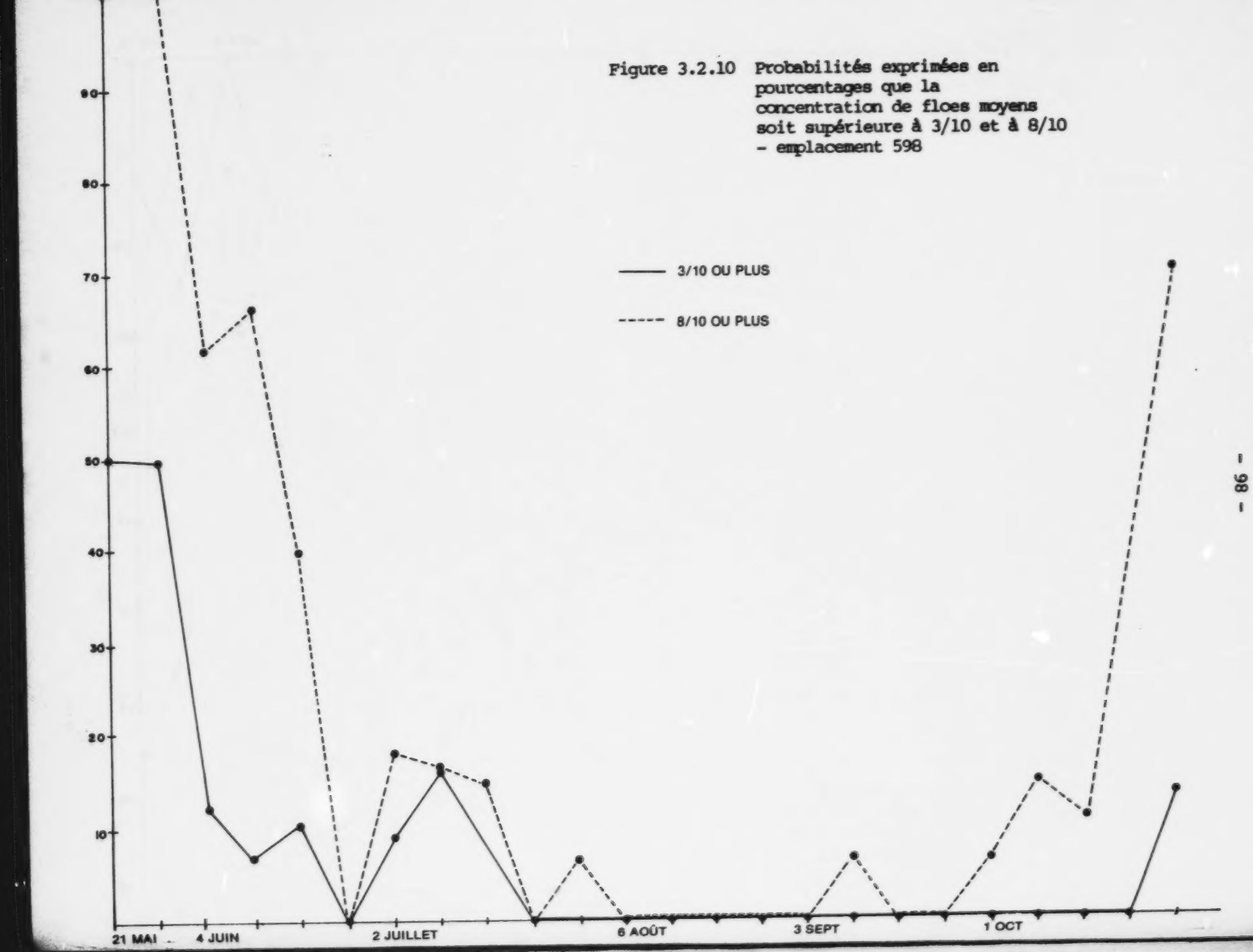


Figure 3.2.10 Probabilités exprimées en pourcentages que la concentration de floes moyens soit supérieure à 3/10 et à 8/10 - emplacement 598



(Figure 3.2.10) peuvent être dues au déplacement préférentiel le long du côté sud du détroit de Parry, de floes provenant de la dislocation initiale de la glace fixée de la côte et du chenal principal.

Une analyse plus poussée de ce genre de statistiques ne peut vraisemblablement contribuer d'une manière importante à la caractérisation de la glace dans la région. La classification faisant intervenir une taille de 100 m, pour les floes est trop grossière pour être d'une grande utilité au niveau de l'évaluation des répercussions. Ces statistiques présenteraient un plus grand intérêt dans le cas de grands floes dont les dimensions seraient de l'ordre du kilomètre ou de la dizaine de kilomètres dont la présence peut s'avérer incompatible avec des conditions sécuritaires d'exploration et de transport au large, tant que les techniques d'évitement n'auront pas fait l'objet d'améliorations.

3.3 Dérive de la glace

Jusqu'à très récemment, les données sur les déplacements de la glace étaient principalement tirées d'observations souvent effectuées par des marins pendant de longs voyages à la dérive à bord de navires emprisonnés par les glaces. Les itinéraires de plusieurs de ces voyages célèbres sont représentés à la Figure 3.3.1. Ils indiquent une tendance aux déplacements en direction de l'est dans le détroit de Parry et que cette dérive a tendance à se produire dans la moitié sud du détroit. Dans la mer de Baffin, les déplacements ont tendance à s'effectuer en direction du sud sauf à l'est où une circulation côtière en direction nord par ailleurs plus complexe et irrégulière semble exister. Les données modernes sur les tendances à long terme de la dérive, obtenues à l'aide des satellites NOAA (Figure 3.3.2) confirment plus nettement ces tendances et révèlent des caractéristiques supplémentaires de la configuration de l'écoulement comme le déplacement intrusif en direction du sud au large de la côte est de l'île Devon.

La plupart de ces caractéristiques reflètent les directions et les amplitudes prédominantes des courants mesurés près de la surface (Fissel, Lemon et Birch 1980). Malheureusement, toutefois, les déplacements de la glace sont en général aussi complexes que la résultante des forces motrices que constituent le vent et les courants dont les composantes dépendent en grande partie de la structure verticale des colonnes d'eau et d'air, du temps et d'autres facteurs. Des simplifications ne sont généralement possibles que dans les secteurs où l'influence d'un des facteurs (courant ou vent) est totalement dominante. Quoique l'influence des courants soit prédominante dans plusieurs secteurs de la région étudiée, en général, les ordres de grandeur des déplacements de la glace attribuables au vent et au courant, sont comparables ce qui complique énormément les calculs relatifs aux déplacements attribuables à une seule de ces forces. Des renseignements fiables sur la dérive de la glace ne peuvent par conséquent, qu'être tirés

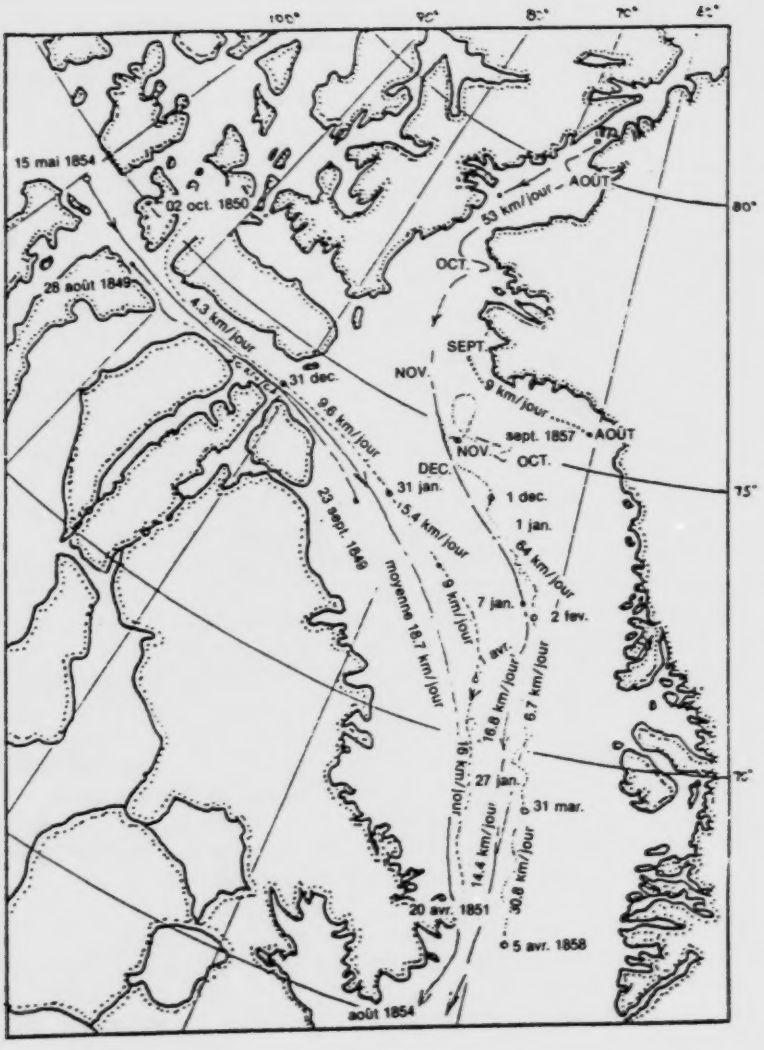


Figure 3.3.1 Itinéraires de plusieurs navires emprisonnés dans les glaces. Les vitesses nettes moyennes sont données pour les principaux segments de chaque itinéraire.

des données expérimentales obtenues presque exclusivement à partir de l'observation de la dérive des floes sur les imageries satellites pour la période de 1974 à 1979.

Marko (1978) a déjà tenté d'isoler les caractéristiques spatiales et temporelles des déplacements de la glace dans le détroit de Parry à partir des données quotidiennes sur la dérive des floes tirées des imageries satellites NOAA et Landsat. Les vecteurs de dérive quotidienne moyenne qu'il a obtenus sont représentés pour la période d'été (juin à août) et pour "d'autres" mois à la figure 3.3.3 pour la région figurée.

Pour les mois autres que les mois d'été, les données suggèrent un alignement prononcé des déplacements de la glace parallèlement à l'axe du détroit de Parry et une vitesse moyenne de 7 à 8 km/jour. Cette figure ne s'applique qu'aux périodes pendant lesquelles la glace est mobile localement et ces déplacements pourraient, dans certains cas, être transformés en dérives à plus long terme en particulier pendant les périodes précédemment décrites (Section 3.1) au cours desquelles il y a de la glace temporairement fixée. A l'exception des deux zones situées à l'extrême ouest où on observe généralement des déplacements très lents, les vitesses moyennes en hiver dépendent peu de la position considérée le long de l'axe du détroit. D'autre part, un gradient très net est observé en travers du détroit, les vitesses étant de 50% à 100% supérieures dans les secteurs situés au sud (voir Tableau 3.3.1).

Les données suggèrent un déplacement continu de la glace vers l'est pendant les mois autres que les mois d'été dans tous les secteurs du détroit de Parry incluant l'extrême nord-est du détroit de Lancaster. Ces résultats concordent avec les trajectoires à long terme des floes tirées de l'imagerie satellite NOAA (Figure 3.3.2) pour les périodes de novembre à février et de mars à mai.

Les données sur la vitesse moyenne pendant la période d'été (juin à août) révèlent une accentuation encore plus nette des déplacements vers l'est dans la partie sud. A l'examen des dérives réellement enregistrées on constate que les faibles tendances aux déplacements vers l'est dans les zones septentrionales C et E résultent d'une quasi-annulation attribuable au fait que des nombres comparables de floes ont tendance à se déplacer vers l'ouest et vers l'est. D'autre part, l'important vecteur de dérive en direction du sud-ouest pour la zone G située au nord-est, reflète nettement la forte tendance prédominante de la circulation dans cette région comme toutes les observations sur les courants et la dérive des icebergs (Fissel et al. 1980) (Section 3.3.4).

Les composantes importantes de la vitesse en direction sud dans les zones D, F et H situées au sud suggèrent l'existence d'importants déplacements en travers du détroit pendant la saison d'été. Les preuves de l'existence de tels déplacements sont plus nettes si les

Figure 3.3.2 (a)

TRAJECTOIRES DE FLOES OBSERVÉES SUR LA BANQUISE SUPÉRIEURE NORD
Mars à mai, 1976 à 1978

1. 22 au 27 mai 1978
2. 17 et 18 mai 1978
3. 22 au 25 mai 1978
4. 1er au 10 avril 1978
5. 24 au 28 mai 1976
6. 15 au 27 mai 1977
7. 15 au 21 avril 1977
8. 1er au 10 avril 1978
9. 26 au 30 mai 1977
10. 19 au 22 avril 1977
11. 19 au 27 mai 1977
12. 10 au 16 mars 1977
13. 22 au 28 mai 1976
14. 19 au 25 mai 1977
15. 6 au 9 mai 1978
16. 23 au 27 mai 1978
17. 7 au 20 mai 1977
18. 15 et 16 mai 1976
19. 23 avril au 7 mai 1976
20. 22 au 27 mai 1978
21. 19 et 20 avril 1977
22. 7 au 20 mai 1977
23. 22 au 28 mai 1978
24. 22 au 25 mai 1976
25. 13 au 20 mai 1978
26. 26 au 30 mai 1977
27. 22 au 28 mai 1976
28. 1er au 10 avril 1978
29. 27 et 28 mai 1976
30. 1er au 10 mars 1977
31. 1er au 10 avril 1978
32. 15 au 21 avril 1977
33. 13 et 14 mai 1978
34. 6 au 8 mai 1978

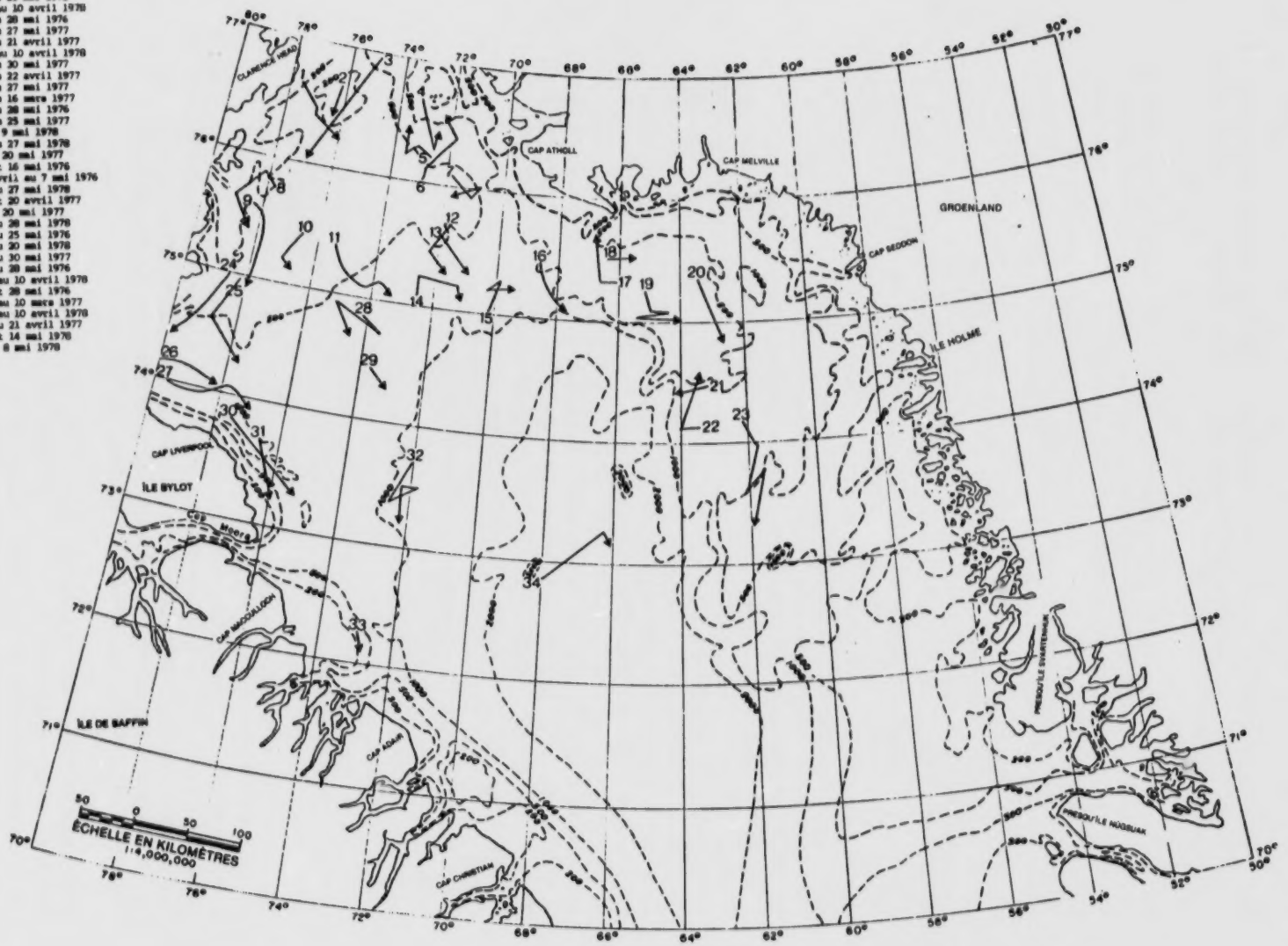


Figure 3.3.2 (b)

TRAJECTOIRES DE FLOES OBSERVÉES SUR L'ENSEMBLE SATELLITE NOAA
Juin à octobre, 1976 à 1978

1. 28 juin au 20 juillet 1977
2. 17 au 22 juin 1976
3. 3 au 9 septembre 1978
4. 14 au 19 septembre 1976
5. 4 au 12 juin 1978
6. 29 juin au 7 juillet 1978
7. 3 au 14 juin 1978
8. 20 et 21 août 1978
9. 16 au 25 juin 1976
10. 2 au 9 août 1978
11. 24 au 26 juillet 1978
12. 3 au 9 août 1978
13. 10 au 13 juin 1978
14. 16 au 18 septembre 1978
15. 19 au 21 août 1978
16. 29 juin au 10 juillet 1978
17. 13 au 28 juin 1976
18. 24 au 26 juillet 1978
19. 14 au 26 juin 1976
20. 3 au 9 septembre 1978
21. 2 au 9 août 1978
22. 2 au 10 juillet 1978
23. 17 au 21 juillet 1978
24. 19 et 20 août 1978
25. 3 au 9 août 1978
26. 14 au 18 octobre 1978
27. 21 au 28 juillet 1978
28. 1er au 9 septembre 1978
29. 19 au 21 août 1978
30. 17 au 25 juillet 1977
31. 3 au 9 août 1978
32. 5 au 13 juin 1978
33. 3 au 10 juillet 1978
34. 21 au 24 juillet 1978
35. 15 au 26 juin 1976
36. 6 au 10 juin 1978
37. 25 juin au 25 juillet 1977
38. 5 au 12 juin 1978
39. 4 au 12 juillet 1978
40. 17 au 25 juillet 1977
41. 5 au 12 juin 1978
42. 4 au 12 juillet 1978
43. 3 au 9 septembre 1978
44. 25 juin au 25 juillet 1977
45. 19 au 26 août 1978
46. 3 au 9 août 1978
47. 16 au 26 juin 1976
48. 20 au 25 août 1978
49. 7 au 12 juin 1978
50. 20 au 26 août 1978
51. 3 au 9 septembre 1978
52. 5 au 13 juin 1978
53. 7 au 12 juin 1978
54. 23 au 28 juillet 1978
55. 20 au 26 août 1978
56. 23 au 28 juillet 1978

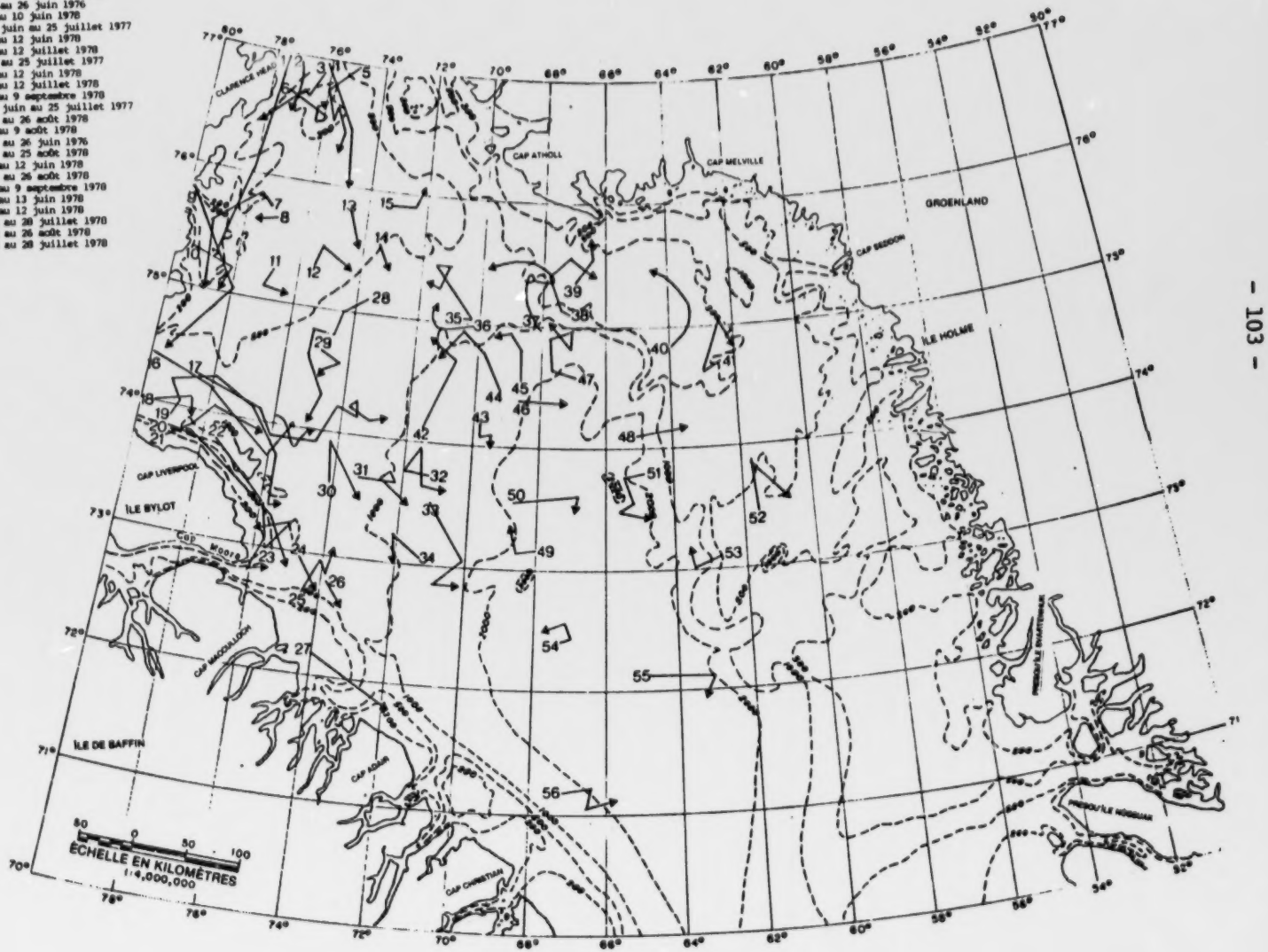
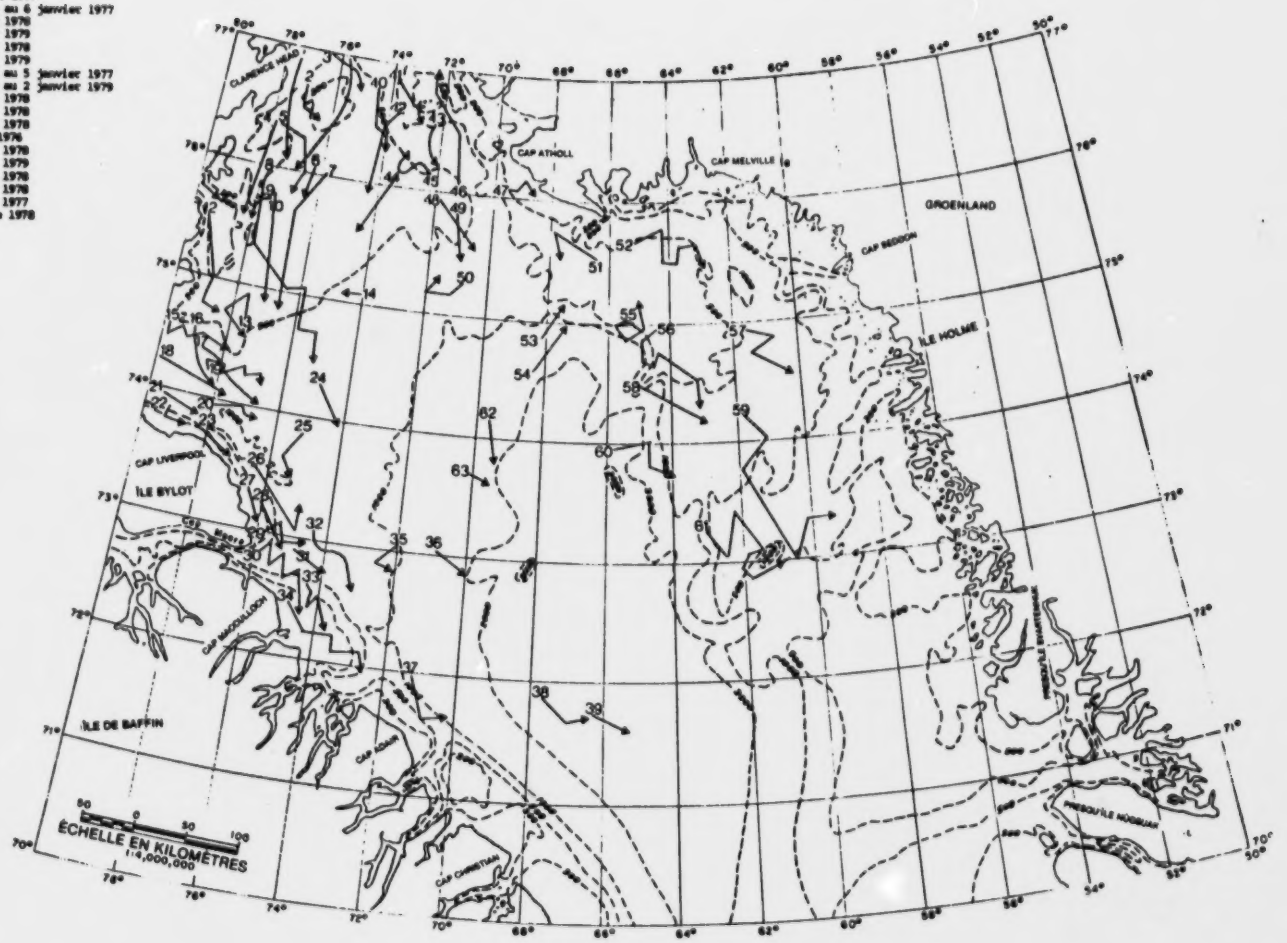


Figure 3.3.2 (c)

TRAJECTOIRES DE FLOES OBSERVÉES SUR L'ARCHIPEL ARCTIQUE NORD
Novembre à février, 1976 à 1979

1. 16 au 21 février 1977
2. 13 au 16 janvier 1979
3. 30 novembre au 2 décembre 1977
4. 16 au 27 novembre 1978
5. 8 au 14 décembre 1978
6. 15 au 21 décembre 1976
7. 3 au 24 février 1978
8. 2 au 27 novembre 1978
9. 16 au 20 décembre 1977
10. 3 au 9 décembre 1976
11. 11 et 12 février 1978
12. 5 au 15 novembre 1978
13. 9 au 20 décembre 1977
14. 3 et 4 février 1978
15. 8 au 18 décembre 1978
16. 1er au 7 janvier 1977
17. 2 au 13 novembre 1978
18. 26 novembre au 3 décembre 1977
19. 16 au 27 novembre 1978
20. 4 au 8 janvier 1977
21. 10 au 12 décembre 1977
22. 17 au 20 décembre 1977
23. 7 au 17 décembre 1978
24. 1er au 3 janvier 1978
25. 5 au 8 décembre 1976
26. 2 au 12 novembre 1978
27. 10 au 12 décembre 1977
28. 16 au 27 novembre 1978
29. 2 au 5 décembre 1977
30. 13 au 21 février 1977
31. 1er au 3 janvier 1978
32. 27 décembre au 5 janvier 1979
33. 16 au 20 décembre 1977
34. 3 au 11 décembre 1977
35. 4 au 7 janvier 1977
36. 1er au 3 janvier 1978
37. 4 au 7 décembre 1976
38. 28 janvier au 1er février 1979
39. 1er au 3 janvier 1978
40. 20 au 27 novembre 1978
41. 10 au 23 décembre 1977
42. 4 au 9 décembre 1976
43. 7 au 10 décembre 1976
44. 16 au 23 novembre 1977
45. 11 décembre 1976 au 6 janvier 1977
46. 11 au 26 février 1978
47. 13 au 16 janvier 1979
48. 11 au 13 janvier 1978
49. 14 au 18 février 1979
50. 11 décembre 1976 au 5 janvier 1977
51. 24 décembre 1978 au 2 janvier 1979
52. 7 au 16 décembre 1978
53. 11 au 15 février 1978
54. 24 au 26 février 1978
55. 4 au 8 décembre 1976
56. 5 au 12 novembre 1978
57. 13 au 16 janvier 1979
58. 9 au 12 décembre 1978
59. 3 au 16 décembre 1978
60. 13 au 18 février 1977
61. 15 au 27 novembre 1978



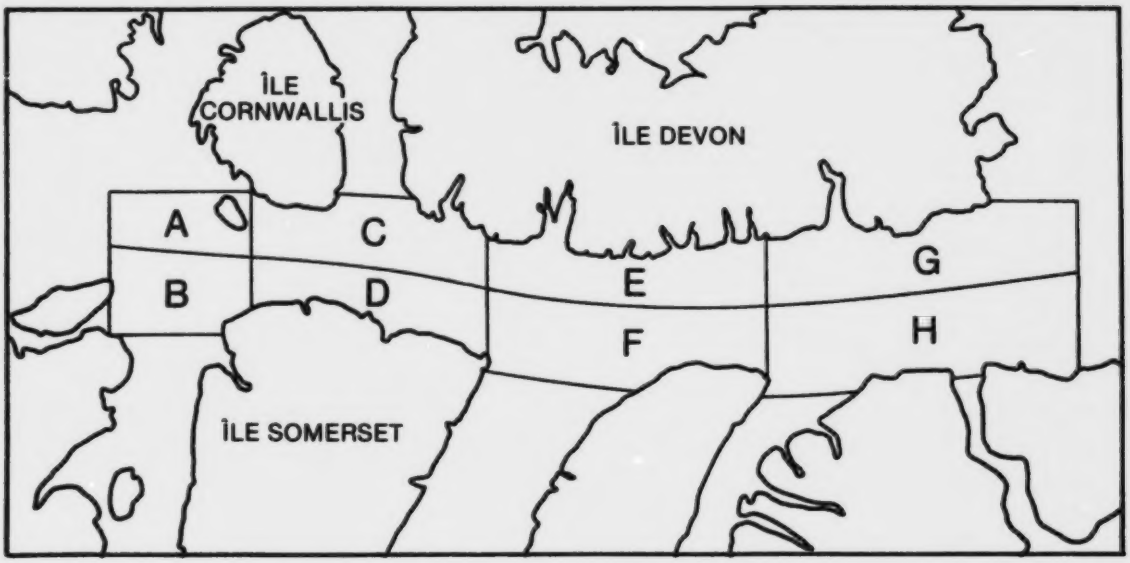


Figure 3.3.3 (a) Limites des zones utilisées pour le calcul des vitesses moyennes dans l'est du détroit de Parry.

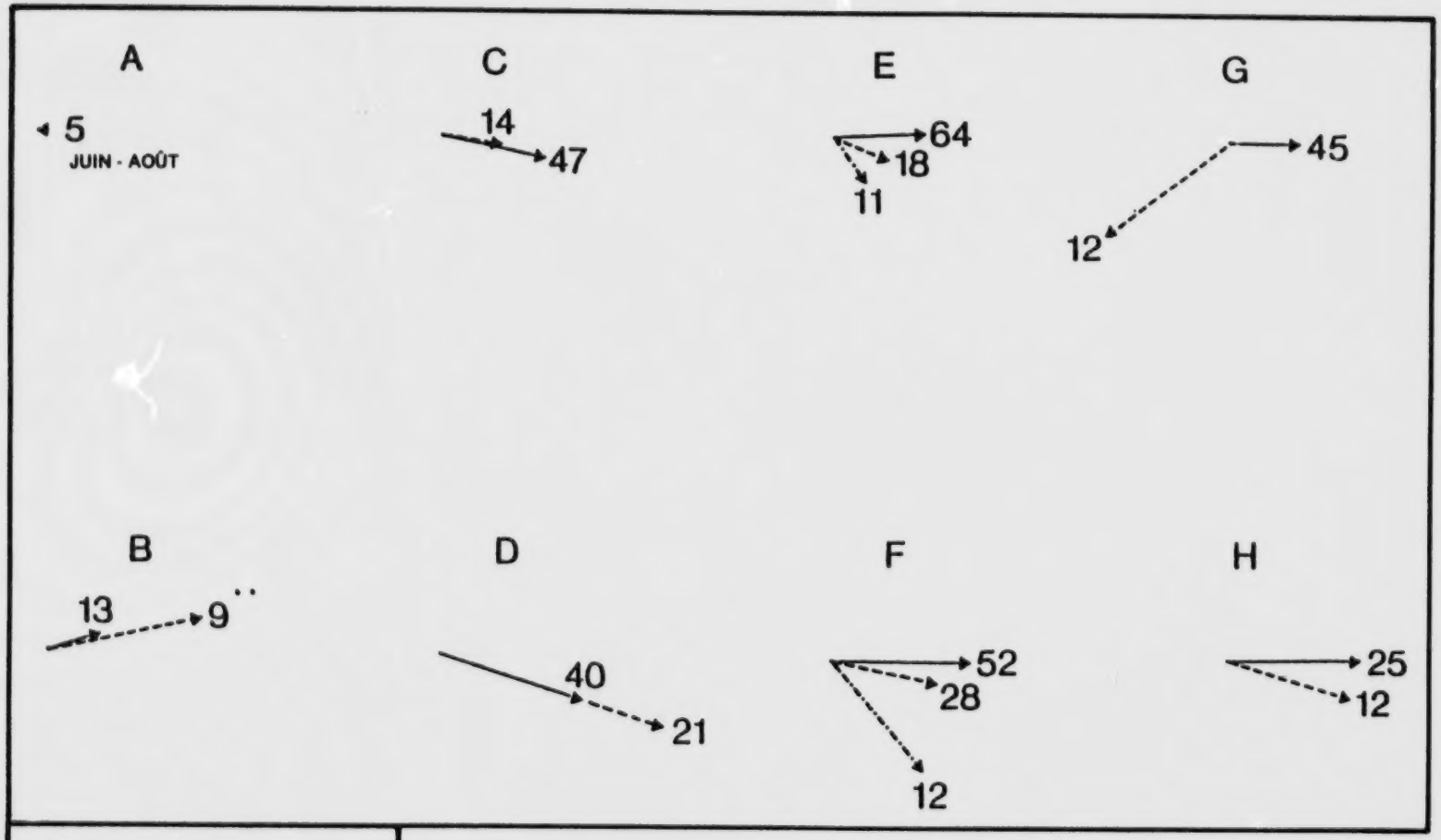


Figure 3.3.3 (b) Répartition des vitesses moyennes des floes dans l'est du détroit de Parry en fonction de la zone et de la période de l'année. Les nombres de mesures utilisées pour le calcul de chacune des vitesses moyennes sont indiqués.

Zone	n_s	v_{xs}	v_{ys}	n_{ns}	v_{xns}	v_{yns}
A	5	-0.7	0	--	--	--
B	9	12	3	13	4	1.2
C	14	4.3	-0.3	47	7.6	-1.4
D	17	-5.2	21	40	10.9	-3.2
E	18	4	-1.3	64	7.0	0.5
F	28	8.3	-1.6	52	10.3	-0.2
G	12	-9.4	-7.2	45	5.2	-0.3
H	14	8.9	-2.5	25	9.9	0.2

Tableau 3.3.1 Liste des composantes x (est) et y (nord) des vitesses moyennes pour les mois d'été (s) et pour les autres mois (ns) pour chaque zone.

données pour le mois de juin sont exclues. Pendant ce mois la présence continue de la banquise côtière dans l'inlet Prince-Régent et du détroit de Navy Board ainsi que dans le goulet de l'Amirauté semble limiter l'importance des déplacements en travers du détroit.

Malheureusement, l'échelle des zones dans la méthode utilisée pour les analyses ne convenait que pour la représentation des caractéristiques les plus grossières de la circulation de la glace dans le détroit de Parry. En conséquence, l'établissement de moyennes pour ces zones avait tendance à obscurcir la structure spatiale à l'intérieur des zones en regroupant par exemple les vitesses souvent orientées suivant un axe nord-sud dans les régions situées au centre du détroit avec les déplacements généralement orthogonaux observés dans les régions situées plus près des côtes. En conséquence, des valeurs trompeusement petites ont été obtenues pour les vitesses moyennes en direction de l'est, pendant l'été dans les zones du sud du détroit. La comparaison de ces données aux données correspondantes sur les trajectoires de dérive (Figure 3.3.2) révèle l'existence d'une région distincte où l'écoulement est rapide qui est à peu près alignée sur le 74^{e} degré de latitude et où les vitesses caractéristiques de déplacements de la glace sont de l'ordre de 40 à 50 km/jour, ce qui est considérablement supérieur aux moyennes calculées pour les zones.

Dans le cadre de la présente étude on a utilisé une méthode similaire faisant intervenir des vecteurs représentatifs de moyennes calculées à partir d'un quadrillage plus serré pour la région de l'est du détroit de Lancaster et du nord-ouest de la mer de Baffin à l'aide d'un ensemble complet d'images Landsat pour la période de mars à novembre. Les vecteurs représentant les moyennes obtenues sont illustrés aux figures 3.3.4 et 3.3.5 avec les nombres d'observations pour chaque zone; les rectangles ombrés représentent des incertitudes au niveau des résultats portés sur les cartes. Dans chaque cas, la longueur des côtés de ces rectangles correspond au double de l'écart à la "moyenne quadratique" des composantes zonales est-ouest et nord-sud de la vitesse.

Les vecteurs tracés pour l'été représentent plus clairement la concentration de l'écoulement en direction de l'est dans le sud du détroit de Parry. Néanmoins, les vitesses moyennes dans les zones du réseau restent encore inférieures à celles couramment notées dans la partie centrale du secteur où la glace se déplace rapidement. Une réduction de même nature est évidente dans la zone 26 où on observe normalement des vitesses de 50 km/jour en direction du sud-ouest. Ce dernier résultat est probablement associé au petit nombre d'observations effectuées dans cette zone surtout en raison de la durée caractéristiquement courte de la traversée de la zone par les glaces. En conséquence, la valeur moyenne est probablement biaisée du fait que les mesures disponibles ont tendance à porter sur la proportion des floes se déplaçant plus lentement. Ce problème était encore plus frappant dans le cas de la zone 12 adjacente et située au large de la côte est de l'île Devon où aucune mesure quotidienne de la vitesse n'a été obtenue. Les données

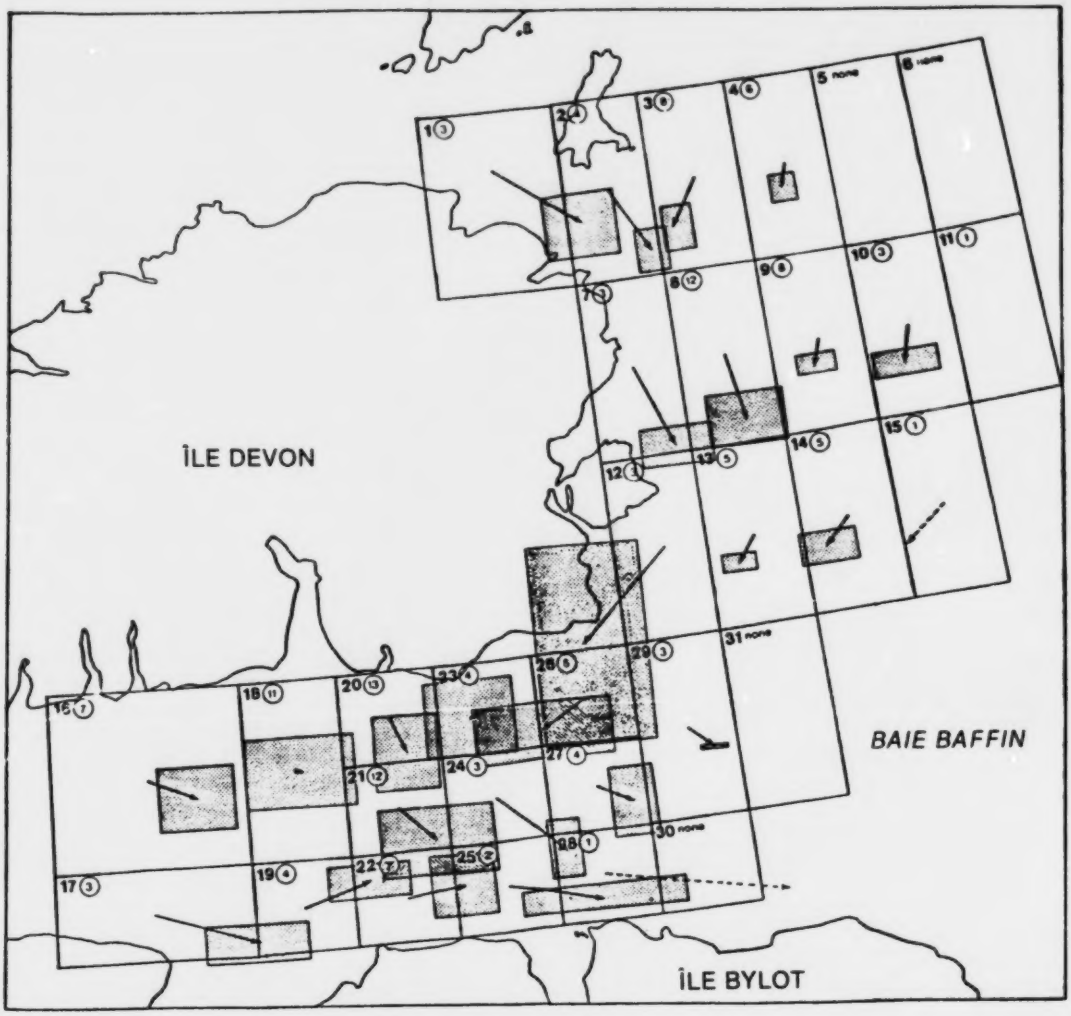


Figure 3.3.4
MOYENNES VECTORIELLES DES TRAJECTOIRES DE FLOES OBSERVEES SUR L'IMAGERIE SATELLITE LANDSAT
(d'après l'imagerie Landsat)

A - JUIN A OCTOBRE (été 1974 à 1979)
Les secteurs ombrés représentent les écarts - types des composantes x et y.
Les nombres encerclés indiquent les nombres d'échantillons.
Echelle - 1:1 million 1 cm = 10 km/jour

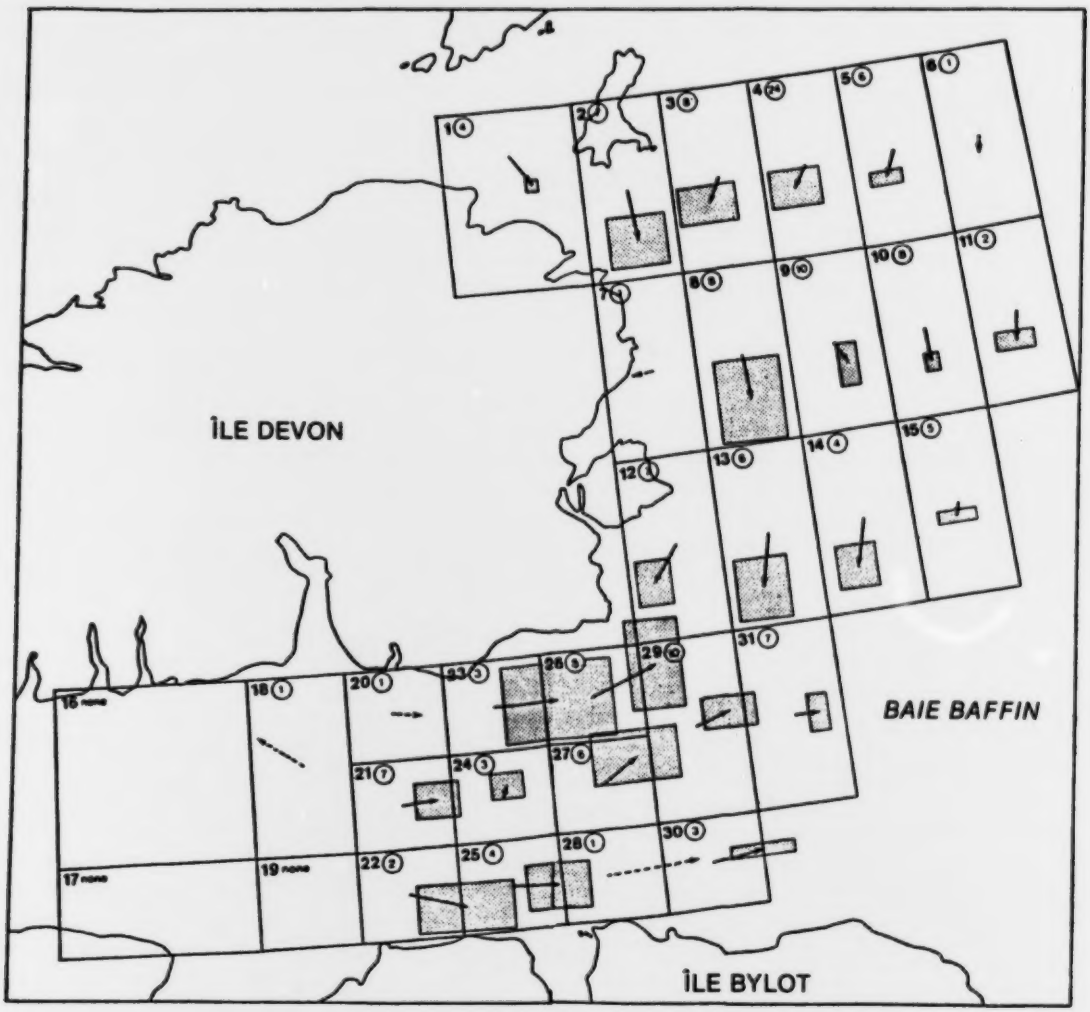


Figure 3.3.5
MOYENNES VECTORIELLES DES TRAJECTOIRES DE FLOES OBSERVEES SUR L'IMAGERIE SATELLITE LANDSAT
(d'après l'imagerie Landsat)

B - MARS A MAI (printemps 1974 à 1979)
Les secteurs ombrés représentent les écarts - types pour les composantes x et y.
Les nombres encerclés indiquent les nombres d'échantillons.
Echelle - 1:1 million 1 cm = 10 km/jour

obtenues à partir de bouées dérivantes (Fissel, Lemon et Birch 1980) et les données sur la dérive à plus long terme obtenues à l'aide du satellite NOAA et présentées à la Figure 3.3.2 suggèrent que les vitesses dans cette zone sont de l'ordre de 30 à 50 km/jour et que les déplacements s'effectuent caractéristiquement en direction du sud-ouest.

Les données à plus forte résolution confirment nettement la configuration de l'écoulement intrusif dans l'est du détroit de Lancaster établie à l'aide des trajectoires des bouées dérivantes suivies par satellite ainsi qu'à l'aide d'autres mesures des courants de surface (Fissel, Lemon et Birch 1980) et on savait déjà que la "zone centrale désordonnée" était caractérisée par des vitesses réduites des glaces. Des vitesses moyennes en direction de l'ouest n'étaient observées que dans les zones 4 et 5 situées dans l'extrême nord-est du détroit de Parry. On n'a trouvé, dans les zones 7, 11 et 13, aucun indice de l'existence d'un écoulement glaciel net en direction de l'ouest dont l'importance pourrait être comparable à celle de l'écoulement en direction est du sud du détroit de Parry. L'existence d'un tel écoulement ne peut néanmoins être ignorée en raison du caractère encore très grossier des zones que fait intervenir la méthode et du nombre relativement petit d'observations de la dérive. Des mesures supplémentaires sont nécessaires afin de clarifier les structures des déplacements dans les zones situées à l'ouest du cap Warrender et dans le secteur désordonné du centre du détroit.

Les données pour le nord de la mer de Baffin révèlent une dérive rapide de l'ordre de 30 à 40 km/jour de la glace sortant du détroit de Jones et que cet écoulement important vers le sud se limite à une zone large d'environ 55 km et adjacente à la côte est de l'île Devon. Les vitesses moyennes dans cette région diminuent caractéristiquement d'un facteur trois de l'ouest à l'est.

La grille des vitesses printanières (mars à mai) présentée à la figure 3.3.5 diffère des résultats obtenus pour l'été par les vitesses réduites qu'on y observe dans les régions où l'écoulement est le plus rapide au sud du détroit de Parry et à l'est de l'île Devon. Une réduction plus générale des vitesses serait évidente si les données pour la fin d'avril et pour mai étaient exclues lors du calcul des moyennes ce qui ne laisserait que des données plus caractéristiques de la période d'hiver. Il est malheureusement encore impossible de calculer des moyennes pour cette période en raison des quantités limitées de données Landsat disponibles pour la période de la fin de février et de mars.

Néanmoins, on constate clairement, avec les données pour le début du printemps et la fin de l'hiver, une inversion saisonnière très importante de l'écoulement dans les zones 23 et 26 qui confère à la glace une dérive uniformément en direction de l'est dans tous les secteurs du détroit de Lancaster à l'est de la lisière de glace fixée et dans la partie immédiatement adjacente de la mer de

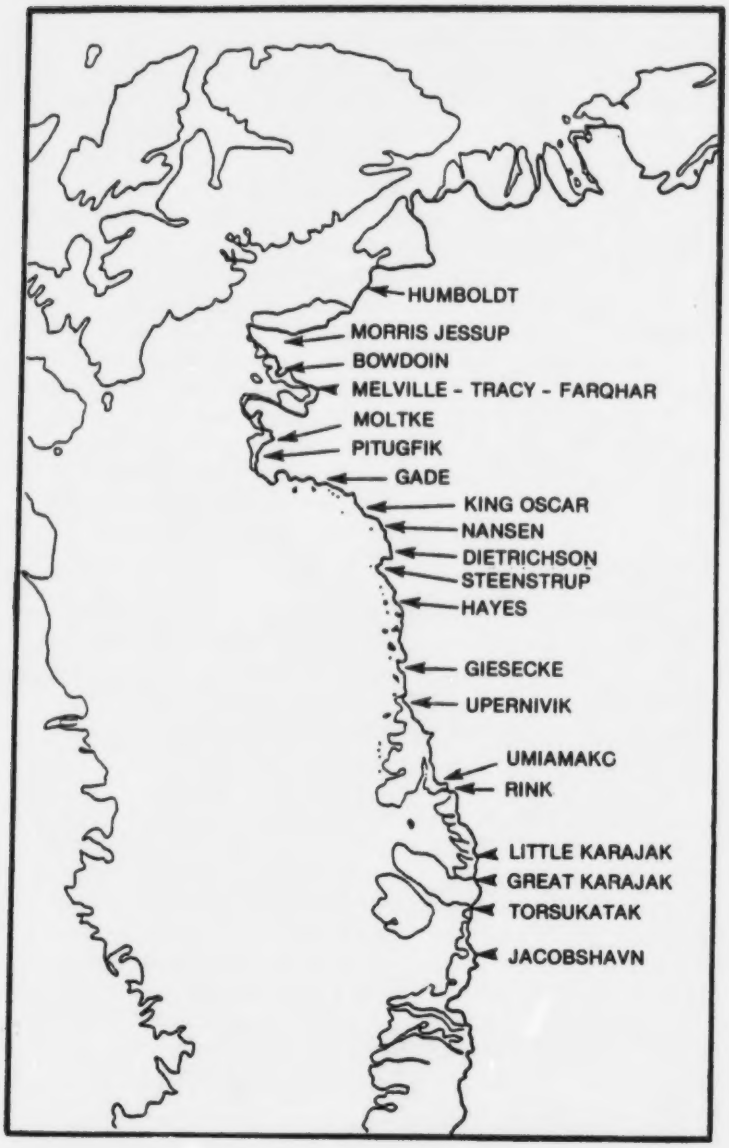


Figure 3.4.1 Principaux glaciers de l'ouest du Groenland qui vêlent.

Baffin. Des mesures océanographiques des vents seraient nécessaires afin de déterminer si cette inversion reflète une diminution de l'écoulement intrusif ou si elle ne résulte pas plutôt de l'importance accrue du vent et/ou des forces internes de la glace pendant cette période d'hiver et du début du printemps.

3.4 Icebergs

3.4.1 Documentation existante

Le Service international de recherche des glaces (SIRG 1977) a estimé que 85% des icebergs qui atteignent les Grands Bancs de Terre-Neuve proviennent des glaciers de mer de l'ouest du Groenland (Figure 3.4.1). Ceux-ci vêlent chaque année environ 10,000 à 20,000 icebergs dans les eaux adjacentes de la mer de Baffin. Les courants et la configuration de la dérive de la glace (voir Fissel, Lemon et Birch 1980 et Section 3.3), ont tendance à entraîner ces icebergs vers le nord de la côte ouest du Groenland par une succession de nombreux échouages et remises à flot jusqu'au nord de 76° de latitude nord environ où ils se déplacent vers l'ouest pour tomber sous l'influence du courant Baffin ou du courant Canada, en direction sud le long de la rive occidentale de la baie Baffin. Ce dernier longe les côtes est des îles Ellesmere et Devon et entraîne vers les eaux méridionales les icebergs qui passent ainsi par la région d'étude du nord-ouest de la mer de Baffin et du détroit de Lancaster.

Parmi les autres origines des icebergs que l'on retrouve éventuellement au large de Terre-Neuve, soit à l'est du Groenland (10%) et les glaciers et plateaux de glace des îles Ellesmere, Devon et Bylot, il n'y a que cette dernière qui fournit un apport substantiel aux populations d'icebergs du nord-ouest de la mer de Baffin.

Comme nous l'avons indiqué à la Section 2, une part importante des renseignements généraux disponibles sur la circulation des icebergs provient des nombreux relevés effectués à bord de navires et d'aéronefs dans le cadre des opérations du Service international de recherche des glaces, de la Garde côtière américaine et des organismes du gouvernement canadien. Ces efforts englobent la poursuite d'icebergs individuels ainsi qu'un petit nombre de très importants dénombrements d'icebergs qui ont permis d'obtenir des répartitions dans la grande région de la mer de Baffin et du détroit de Davis à des moments particuliers.

Les résultats des premiers de ces dénombrements, effectués sur des photographies par la Garde côtière américaine en 1949, sont présentés à la figure 3.4.2. Les principales caractéristiques de cette répartition sont les nombres extrêmement élevés d'icebergs dans la baie de Melville et le long de la côte ouest du Groenland. Des densités généralement moins élevées mais néanmoins substantielles sont également observées au large des côtes des îles Devon et Ellesmere. On remarque des concentrations d'icebergs

relativement moins élevées dans le secteur situé au nord de 70° N et au voisinage de l'axe principal, orienté nord-ouest-sud-est, de la région étudiée. Des concentrations un peu plus élevées d'icebergs sont signalées le long de la côte de l'île Baffin.

Les résultats d'un dénombrement effectué plus tard, en 1969, à l'aide de photographies et du radar sont présentés à la figure 3.4.3 suivant une résolution spatiale plus fine (2x). Ici encore on constate que les concentrations les plus élevées sont observées dans la baie de Melville et le long de la côte ouest du Groenland. Les nombres d'icebergs présents dans ces régions sont toutefois beaucoup moins élevés que ne l'indiquaient les résultats de 1949, les nombres totaux étant cinq fois moins élevés en 1969 et une part importante de la différence étant attribuable aux densités moins élevées dans ces régions. Parmi les autres différences observées en 1969, mentionnons les concentrations négligeables au large de la côte est de l'île Devon et un déplacement général de la région axiale de faible densité en direction de la côte ouest de la mer de Baffin et du détroit de Davis.

Même si ces résultats sont importants au niveau de la compréhension globale de la circulation à grande échelle, il reste néanmoins qu'il est difficile de déduire dans quelle mesure les différences observées reflètent véritablement la variabilité à laquelle on peut raisonnablement s'attendre d'une année à l'autre, en raison de l'évolution des techniques d'observation et des conditions.

Dans une étude antérieure (AEPA 1973) on a abordé le problème de la répartition des icebergs en calculant des moyennes et en traçant systématiquement des isolignes à partir de toutes les données sur la densité des icebergs enregistrées par le Service international de recherche des glaces et la Direction de la météorologie du ministère des Transports. Les résultats de l'application de cette méthode sont présentés aux figures 3.4.4 (a) à (c) pour les trois périodes suivantes: septembre et octobre, 1963 à 1969; 1968 à 1970 et août à octobre 1971. L'unité de mesure utilisée pour représenter la densité des icebergs sur ces figures est le nombre d'icebergs pour 1 000 milles marins carrés qui est l'unité couramment utilisée. Les résultats obtenus lors des dénombrements de 1949 et de 1969 peuvent être traduits en termes comparables en divisant respectivement les valeurs numériques des figures 3.4.2 et 3.4.3 par 2.04 et 1.02. Alors que les courbes de la figure 3.4.4 suivent en gros les directions des courants de surface connus dans la mer de Baffin, les différences entre les périodes individuelles pour lesquelles les moyennes ont été calculées sont d'ordre qualitatives. De plus, le caractère fondamentalement non homogène des répartitions d'icebergs tend à être obscurci par l'établissement d'isolignes et par la méthode courante de dénombrement des icebergs dans des zones de 1 000 milles marins carrés utilisées pour le calcul des moyennes. Les données présentées ci-après confirment l'impression que les icebergs ont tendance à se concentrer dans d'étroites zones qui coïncident avec les parties centrales à circulation rapide des réseaux régionaux de courants de surface et près de la surface. Les

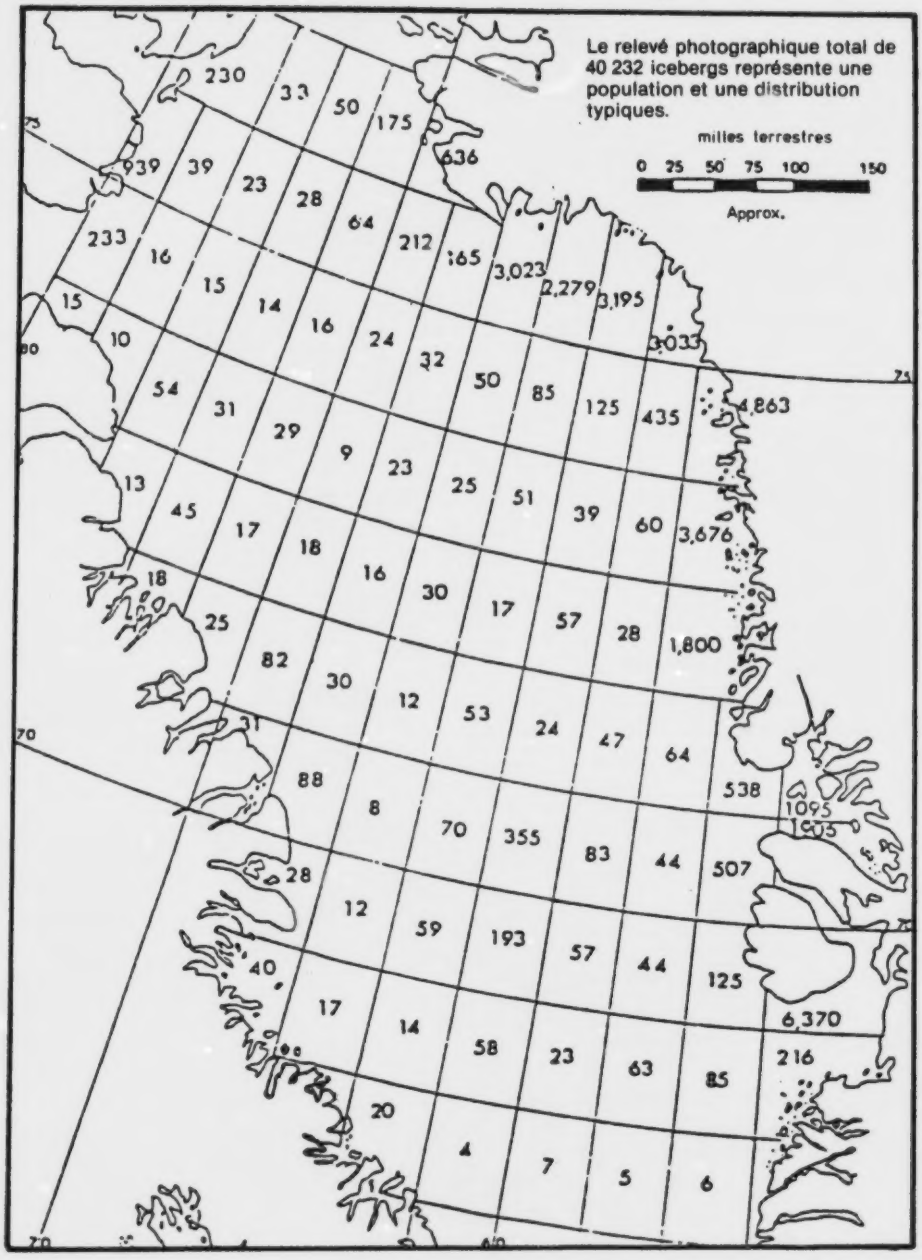


Figure 3.4.2 Dénombrements d'icebergs effectués en août 1949 dans la mer de Baffin et les voies navigables adjacentes.

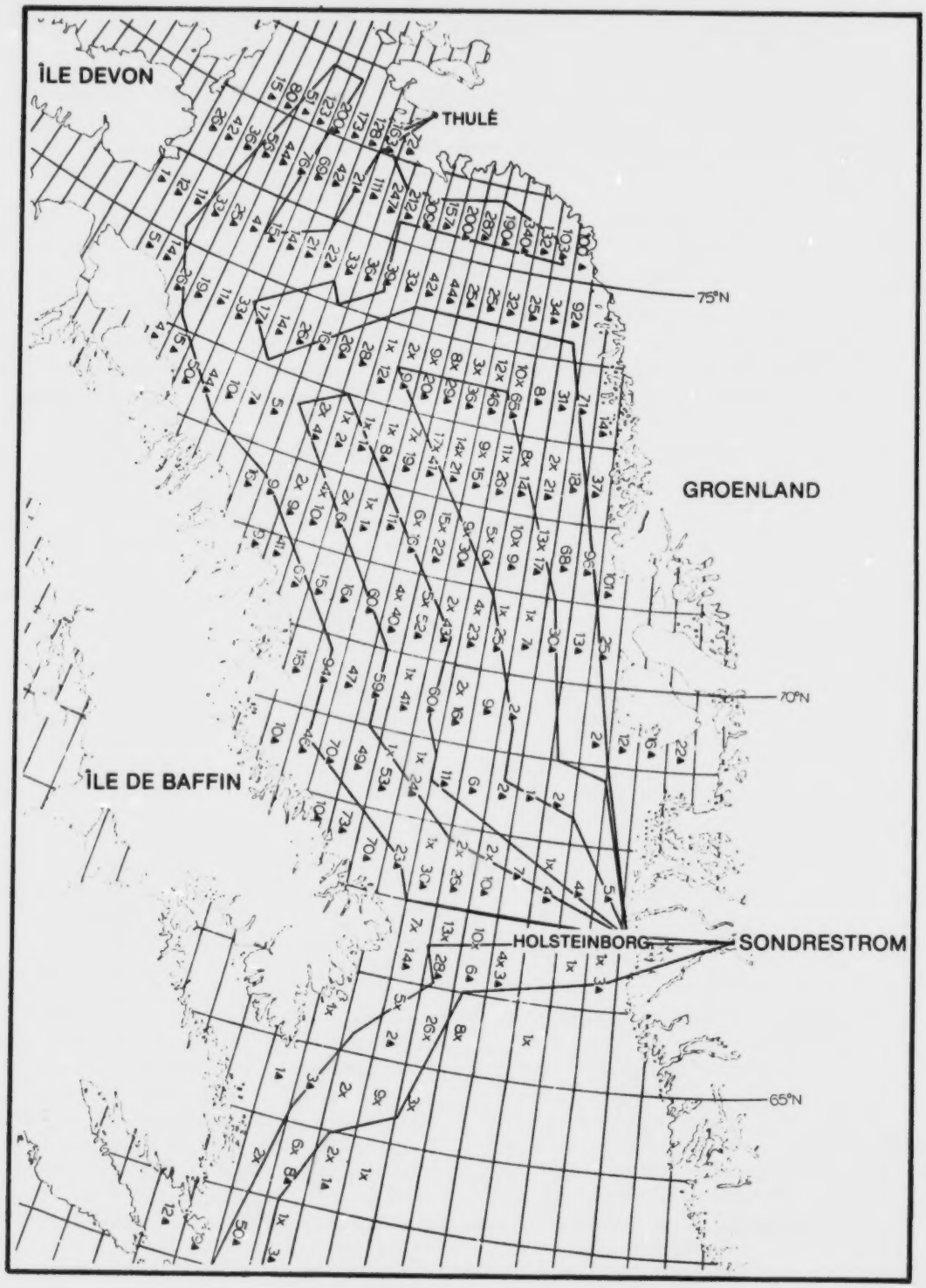


Figure 3.4.3 Dénombrements d'icebergs dans la mer de Baffin en 1969 (SIRG, 1970). Pour chacune des zones des listes séparées sont données pour les observations confirmées d'icebergs ( ) et pour les cibles radars ressemblant à des icebergs (x).

largeurs de ces parties centrales sont souvent de l'ordre de quelques milles marins. Dans de tels cas l'établissement de densités moyennes pour des zones rectangulaires constitue de toute évidence une méthode inadéquate de représentation d'aspects importants de la répartition des icebergs.

En raison des exigences générales quant au niveau de renseignements très détaillés sur la région du nord-ouest de la mer de Baffin et du détroit de Lancaster, nous avons dû baser notre examen sur les études les plus récentes effectuées dans la région et principalement sur celles effectuées dans le cadre des programmes EEMAE de Petro-Canada de 1978 et de 1979.

Les quatre composantes reliées aux icebergs de cette dernière étude sont décrites de façon plus détaillée ci-après.

1. Poursuite par satellite

   Des poursuites, effectuées à des résolutions intermédiaires (dans le temps et l'espace), d'icebergs choisis ont été effectuées en 1978 et en 1979 au moyen de 20 plates-formes émettant des impulsions radio et placées à la surface des icebergs à l'aide d'un hélicoptère rattaché à un navire. La position des plates-formes était relevée à l'aide des satellites et installations de traitement des données Nimbus-NASA et Tiros-System ARGOS. Les positions étaient relevées de 2 à 12 fois par jour avec une précision - 2,5 km (1978) et 0,5 km (1979). Des plates-formes placées en 1978 ont maintenant été suivies pendant deux ans d'une manière continue. Pour des raisons économiques on a mis fin en novembre 1979, à la surveillance plus précise, effectuée à l'aide du Système ARGOS, de plates-formes placées plus tôt pendant cette même année. Une vérification ultérieure a permis de confirmer que neuf de ces dernières émettaient encore à la fin de l'été 1980. La surveillance des icebergs échoués a maintenant repris. Les positions initiales des 22 icebergs suivis ont été portées sur la figure 3.4.5. La différence entre ce nombre et le nombre total de plates-formes utilisées découle du fait que deux plates-formes ont été transférées d'icebergs échoués sur des icebergs à la dérive.

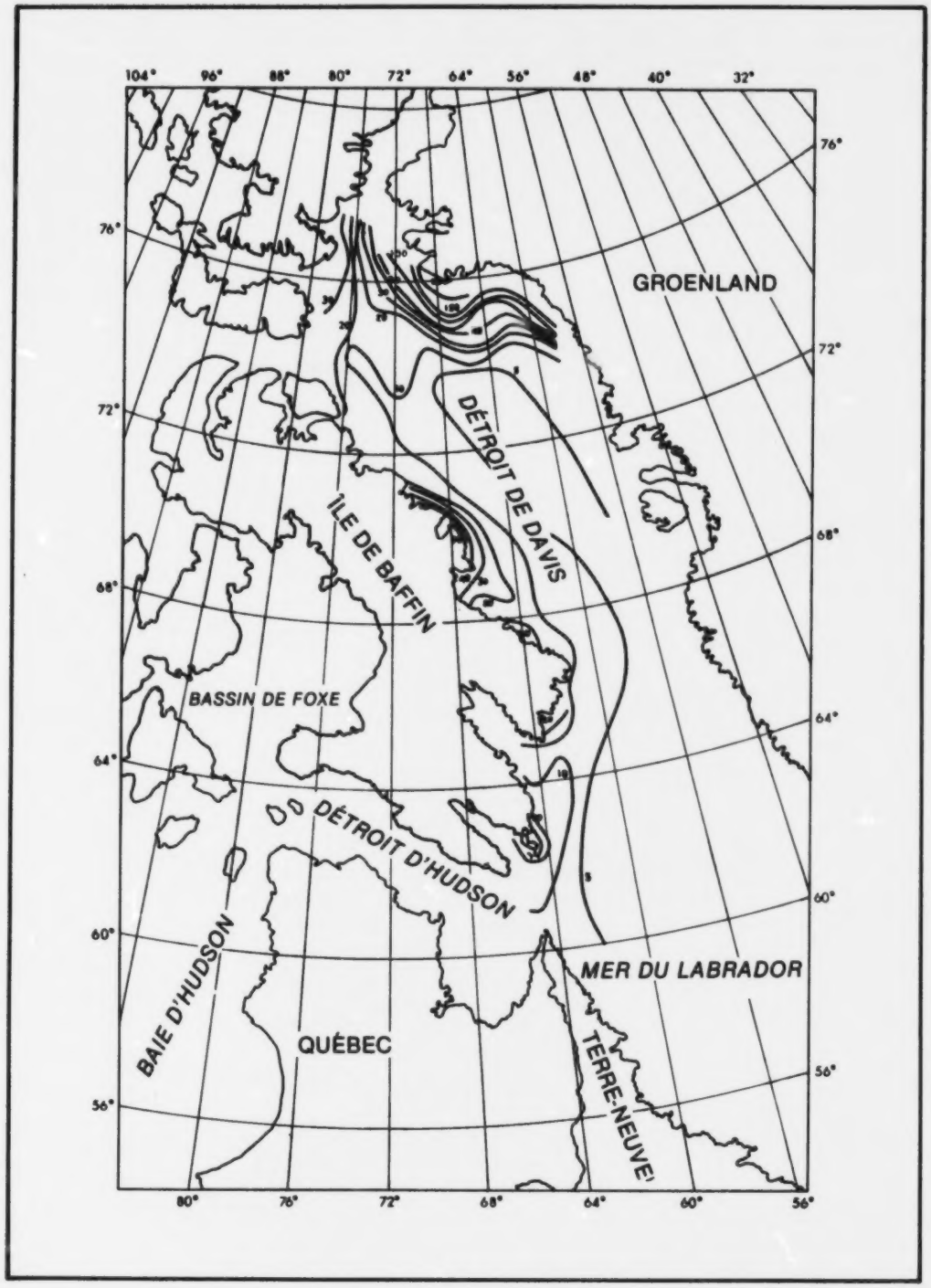


Figure 3.4.4 (a) Densités des icebergs, septembre et octobre, 1963 à 1969 (densités exprimées en icebergs par 1 000 milles marins carrés).

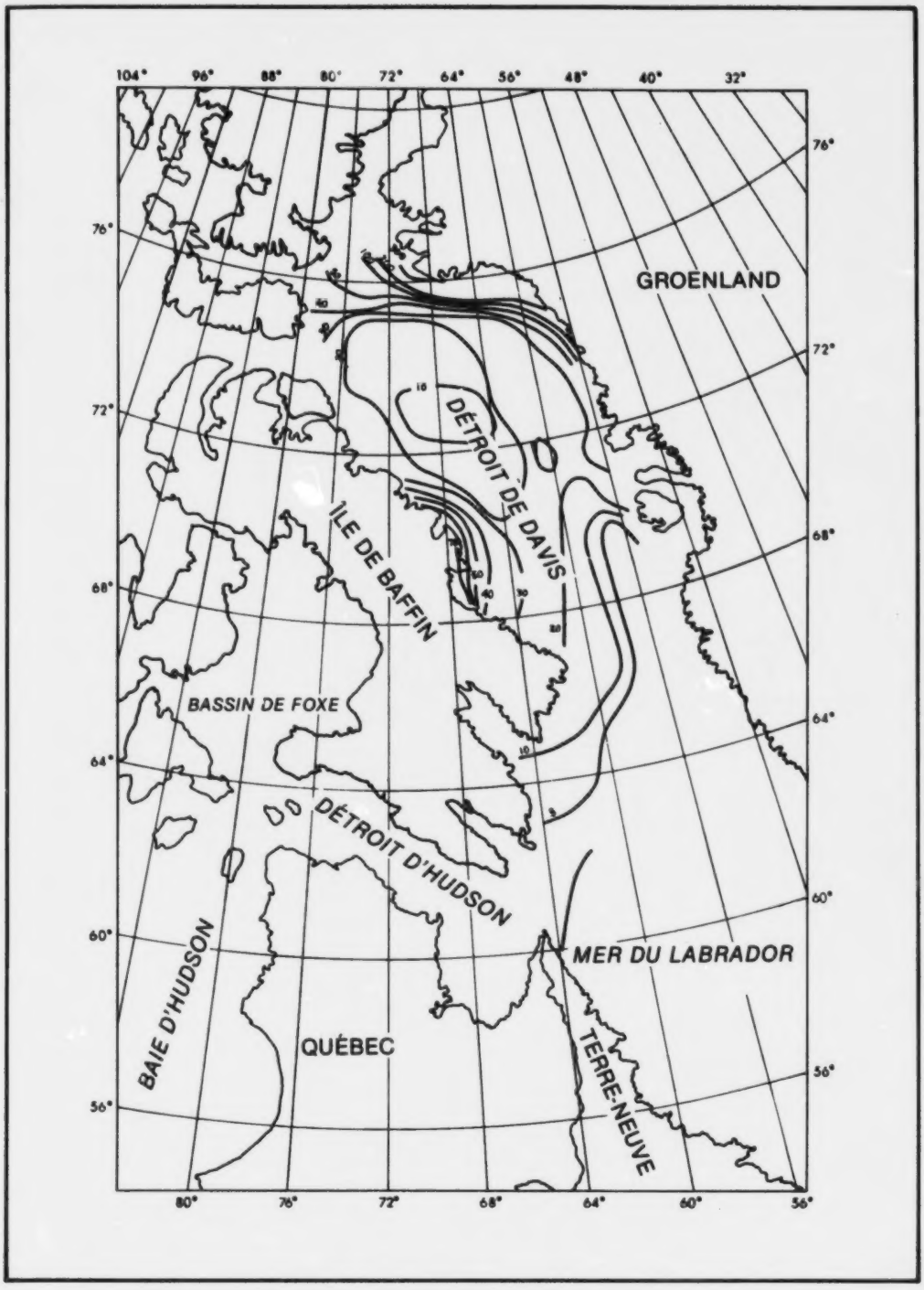


Figure 3.4.4 (b) Densités des icebergs, 1968 à 1970 (densités exprimées en icebergs par 1 000 milles marins carrés).

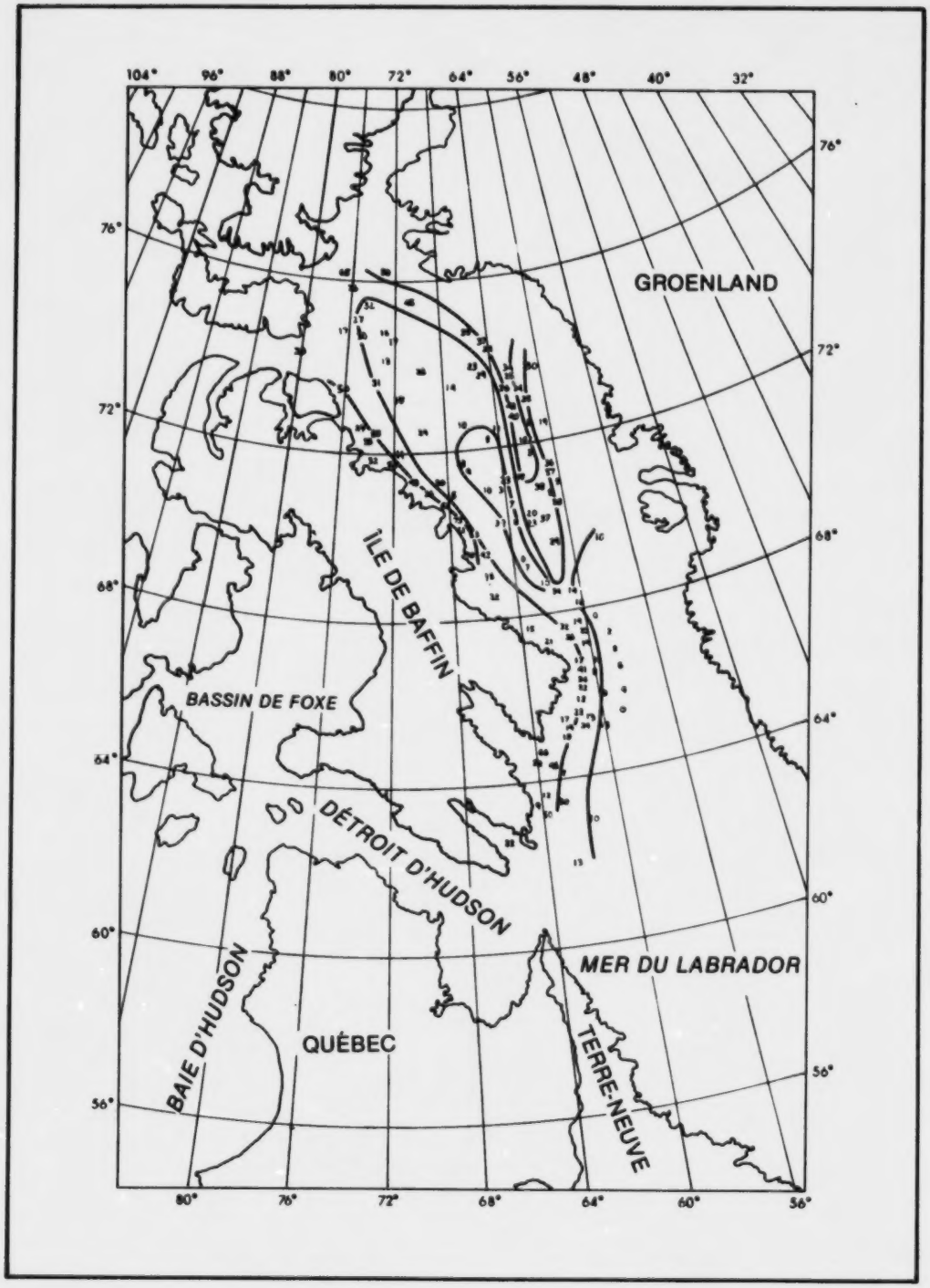


Figure 3.4.4 (c) Densités des icebergs, août à octobre, 1971 (densités exprimées en icebergs par 1 000 milles marins carrés).

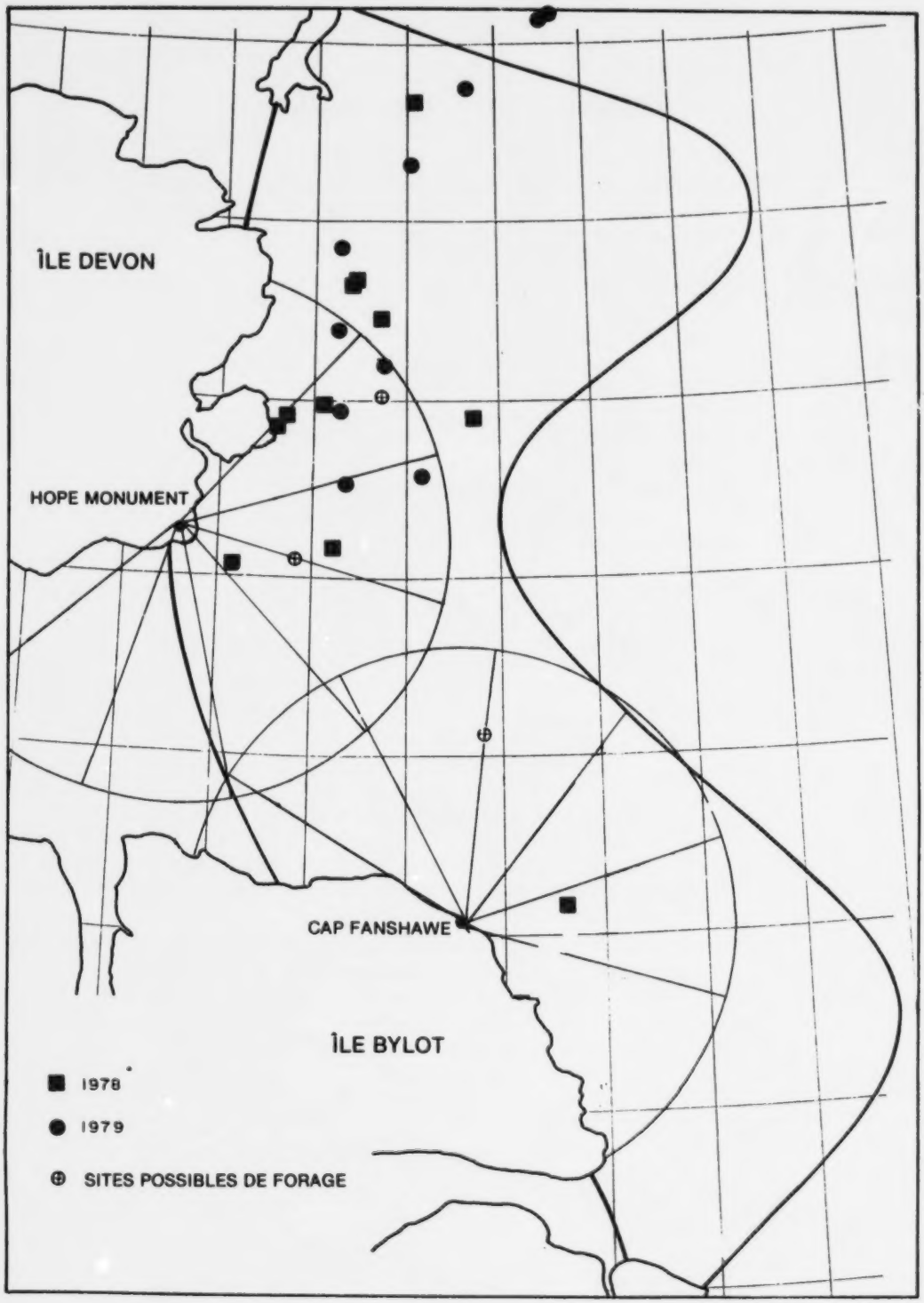


Figure 3.4.5 Positions initiales des icebergs suivis par satellite en 1978 et en 1979 par rapport aux limites des levés aériens (lignes foncées) et aux stations de détection radar de Hope Monument et de cap Fanshawe en 1978.

2. Etablissement de profils d'icebergs

Dans le cadre d'une étude effectuée en 1978, on a utilisé des techniques photographiques et sonar pour la mesure des dimensions immergées et émergées de 35 icebergs choisis.

3. Relevés aériens d'icebergs

Des vols d'observation à bord d'avions ont été effectués presque quotidiennement pendant les périodes de juillet à octobre de 1978 et de 1979. Les techniques photographiques et radar ont été utilisées conjointement avec la navigation, par satellite afin de déterminer les nombres d'icebergs, leur position, et leurs dimensions physiques émergées ainsi que pour établir des classifications selon leur forme. La région couverte est approximativement représentée à la Figure 3.4.5, sur laquelle sont également représentées les emplacements prévus pour les sites de forage.

4. Radars terrestres de surveillance

Des stations radar ont été exploitées en deux emplacements du début de juillet à la fin de septembre 1978. Les stations étaient situées:

a) à une altitude de 450 m à Hope Monument près de l'angle sud-est de l'île Devon, et

b) à une altitude de 596 m près du cap Fanshawe sur la côte nord-est de l'île Bylot.

Les zones respectivement balayées par chacune des stations sont délinéées à la figure 3.4.5. La sensibilité de détection diminuait en fonction de la distance ce qui fait que les plus gros icebergs de forme convenable (pour la réflexion) étaient préférés. Cette complication ainsi que la relation existant en général entre la forme de l'iceberg et sa visibilité radar, limitent l'utilisation de cette méthode pour l'établissement de répartitions d'icebergs à des échelles intermédiaires (-25 milles marins). Afin de faciliter l'interprétation des autres données, dont les positions d'icebergs déterminées au théodolite, des photographies des icebergs

et de la glace de mer étaient régulièrement prises en même temps qu'étaient enregistrées les observations. Des installations supplémentaires automatiques d'enregistrement de la pression atmosphérique, de la température et du vent étaient exploitées en des emplacements situés au niveau de la mer près du cap Sherard sur l'île Devon et du cap Liverpool, sur l'île Bylot.

Les études brièvement décrites ne portent que sur deux années pendant lesquelles les observations n'ont été effectuées que presque exclusivement pendant des périodes d'été qui, dans les environs de l'entrée est du détroit de Lancaster du moins, ont été caractérisées par des conditions qui correspondent aux "pires conditions observées pendant une période de cinq ans". Les conditions dans le nord de la mer de Baffin étaient par ailleurs sensiblement différentes pendant ces deux années (Section 3.1). De toute évidence, le degré de représentativité des caractéristiques des conditions observées par rapport aux conditions typiques ou extrêmes ne peut être établi que dans le cadre d'une étude prolongée incluant peut-être une certaine surveillance des régions septentrionales d'origine et d'échouage des icebergs. A l'heure actuelle toutefois, ces données restent encore sans aucun doute les plus importantes et les plus détaillées qui aient été recueillies sur les propriétés des icebergs qui sont importantes pour l'environnement; elles devraient donc constituer la principale source de renseignements pour les descriptions des eaux infestées d'icebergs présentées ci-après. Des références aux études antérieures, principalement à celle effectuée en 1972 par l'AEPA, complètent évidemment ces descriptions et étendent dans le temps la portée des résultats signalés.

3.4.2 Paramètres intrinsèques des icebergs

3.4.2.1 Nombres

Le Réseau météorologique mondial définit un iceberg comme étant "un morceau massif de glace détaché d'un glacier qui peut flotter ou être échoué et qui s'élève à plus de 5 mètres au-dessus du niveau de la mer". En pratique, les distinctions entre les icebergs et les plus petites catégories de masses de glace d'origine terrestre (c.-à-d. "fragments d'icebergs" et "bourgignons") sont souvent déterminées par la méthode d'observation. Ainsi, quoique aucun critère fixe n'existait pour les études effectuées à l'aide de radars terrestres dans le cadre du programme EEMAE de Pétro-Canada, l'examen des données photographiques complémentaires suggèrent que les dimensions critiques pour la réception d'un bon signal radar réfléchi, soient la longueur de l'iceberg (dimension émergée horizontale maximum) et sa hauteur, étaient généralement

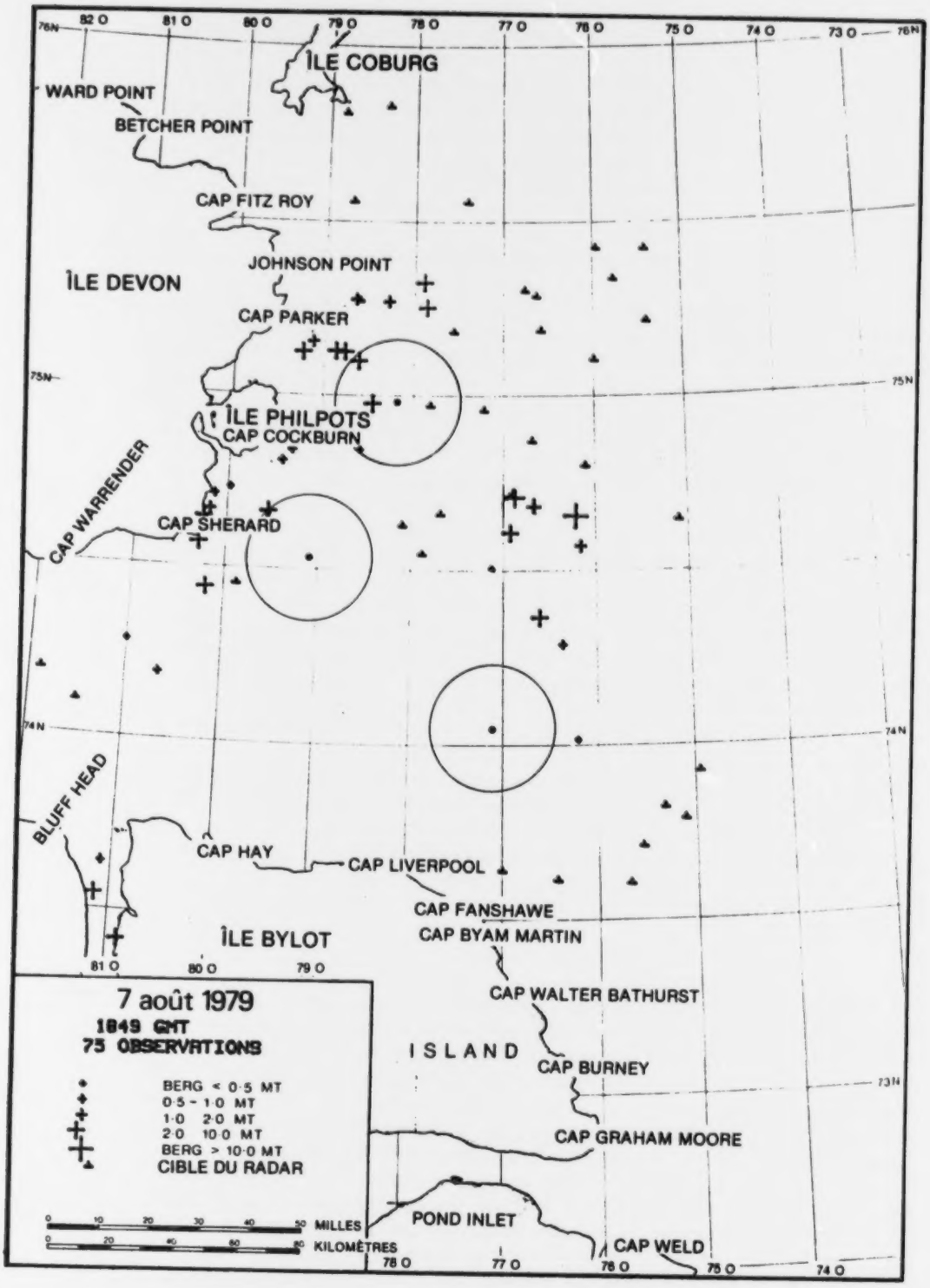


Figure 3.4.6 (a) Répartition des icebergs, le 7 août 1979

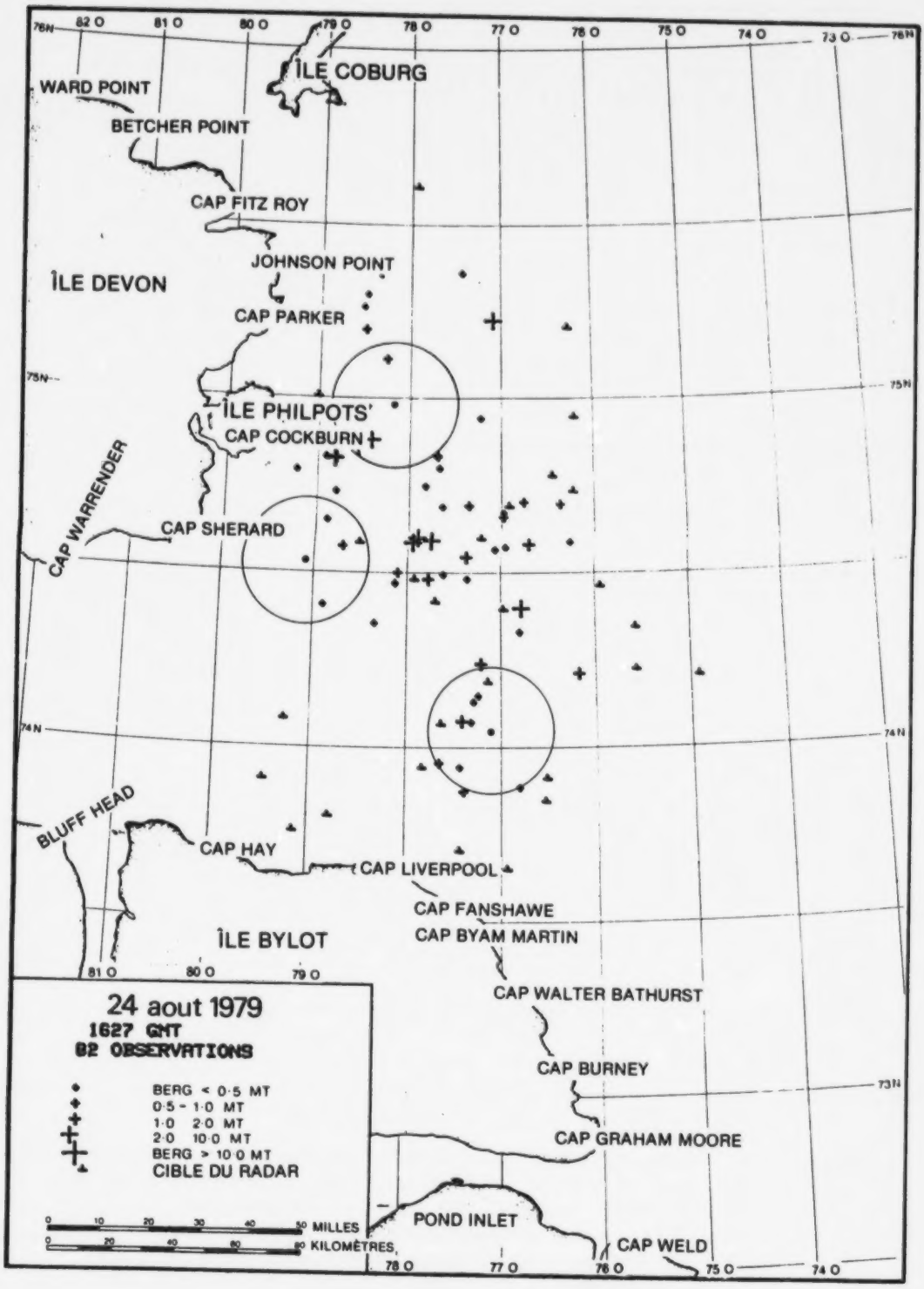
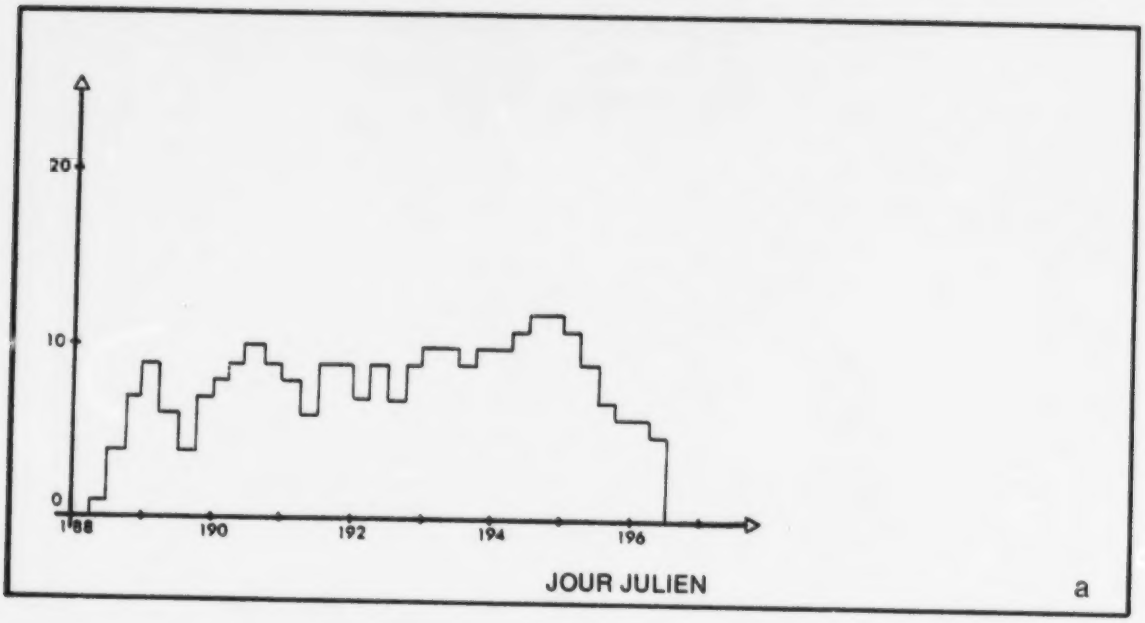


Figure 3.4.6 (b) Répartition des icebergs, 24 août 1979



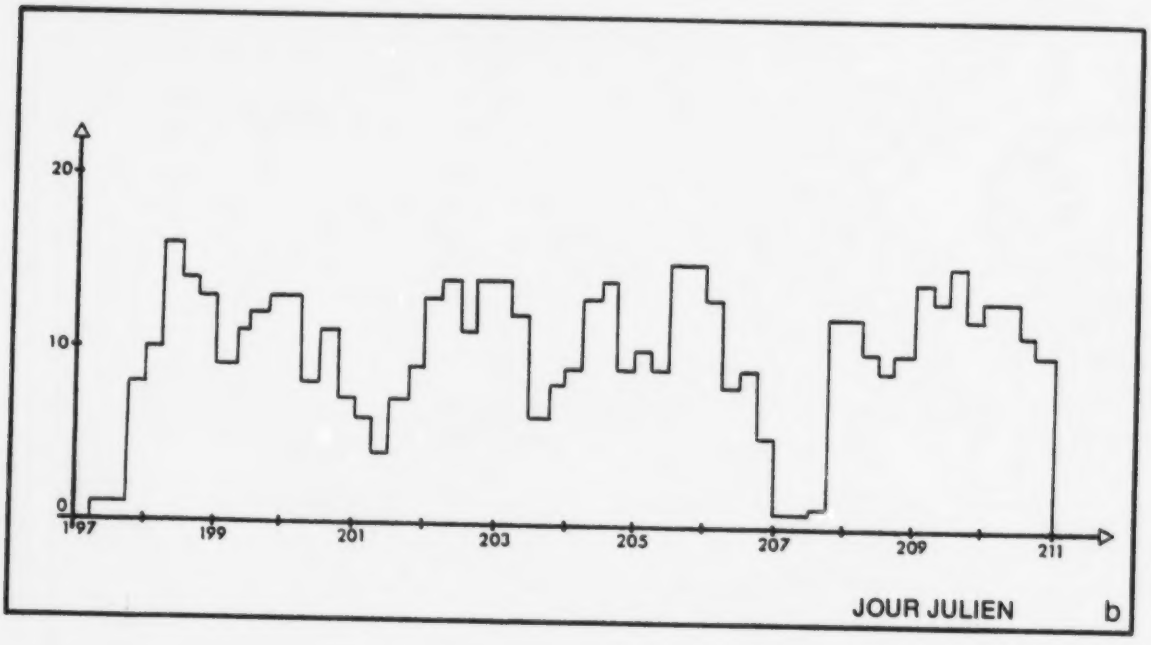
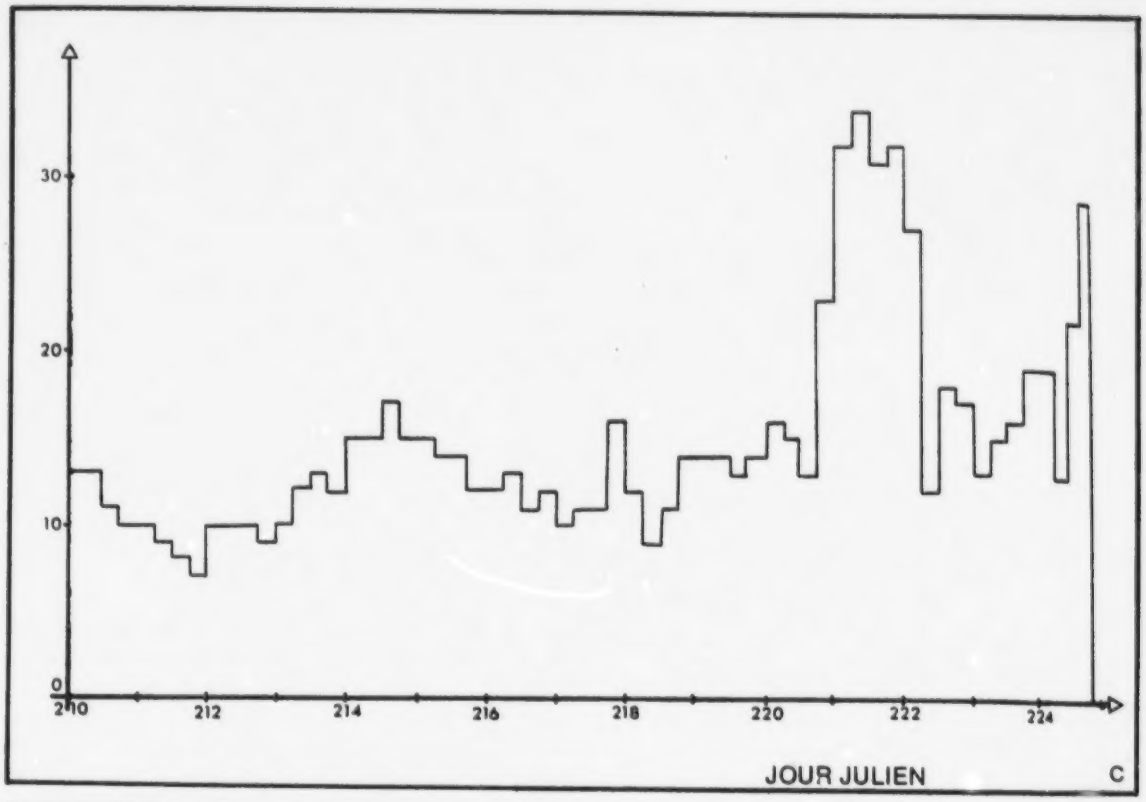


Figure 3.4.7 Nombres d'icebergs observés pendant des périodes de 6 heures de la station radar de Hope Monument en 1978: a) première semaine; b) deuxième et troisième semaines; c) quatrième et cinquième semaines; d) sixième et septième semaines; e) huitième et neuvième semaines; f) dixième et onzième semaines.



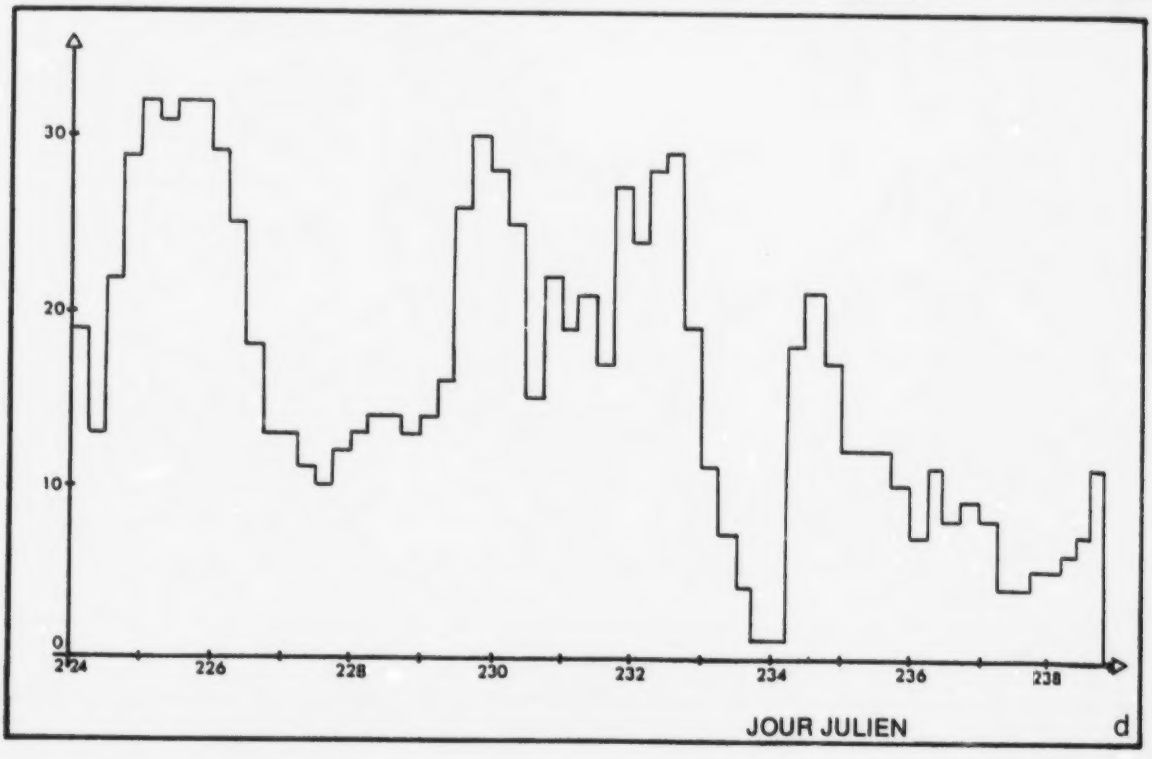
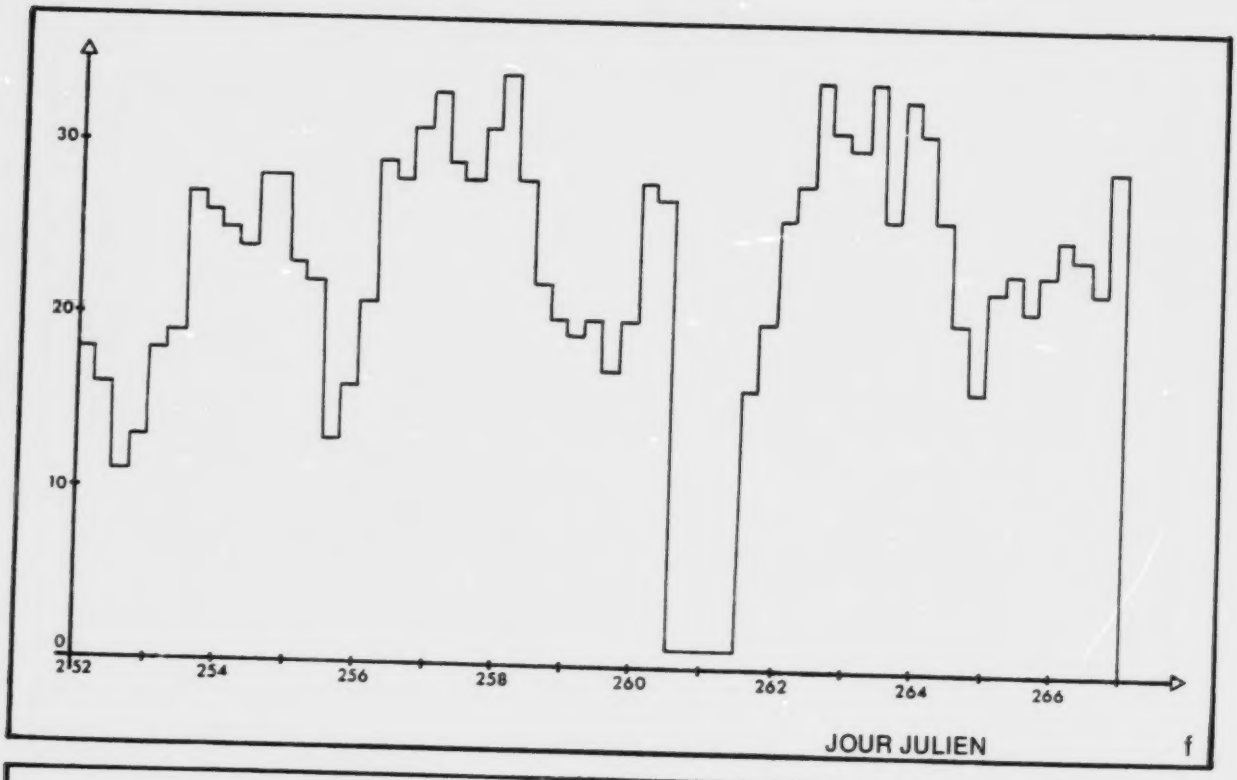


Figure 3.4.7 (Suite)



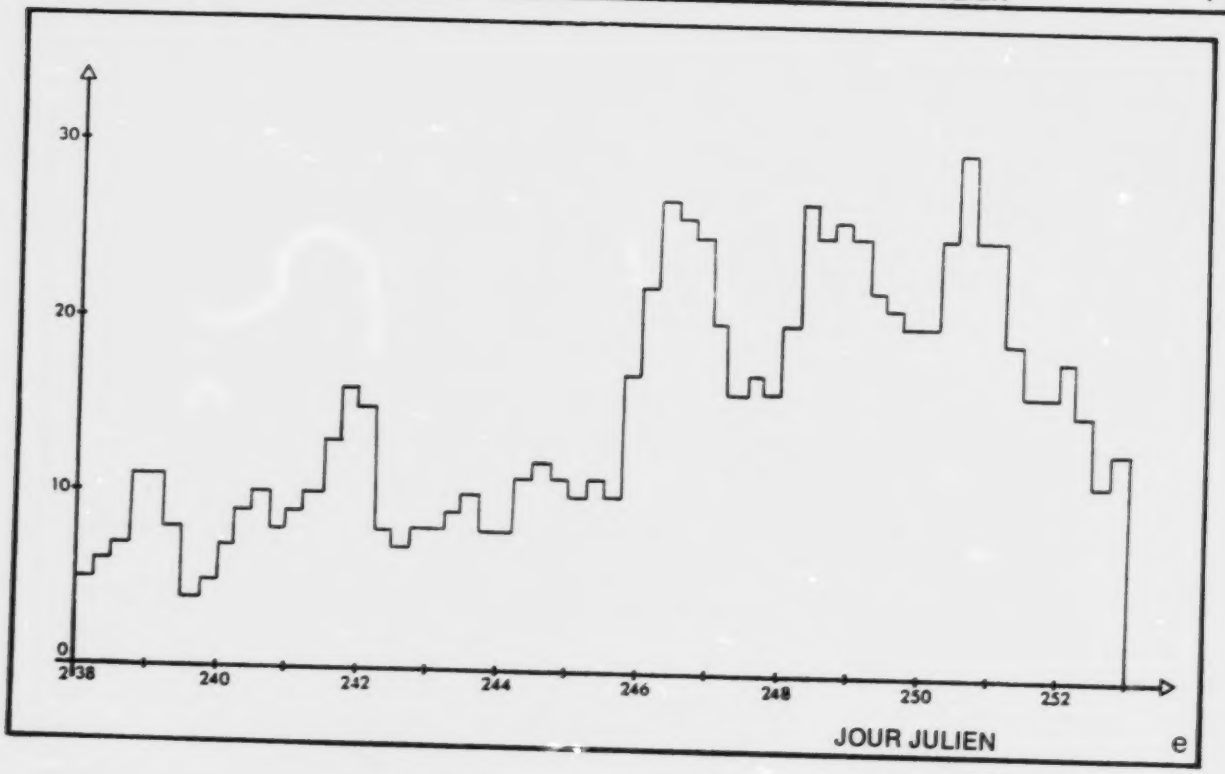


Figure 3.4.7 (Suite)

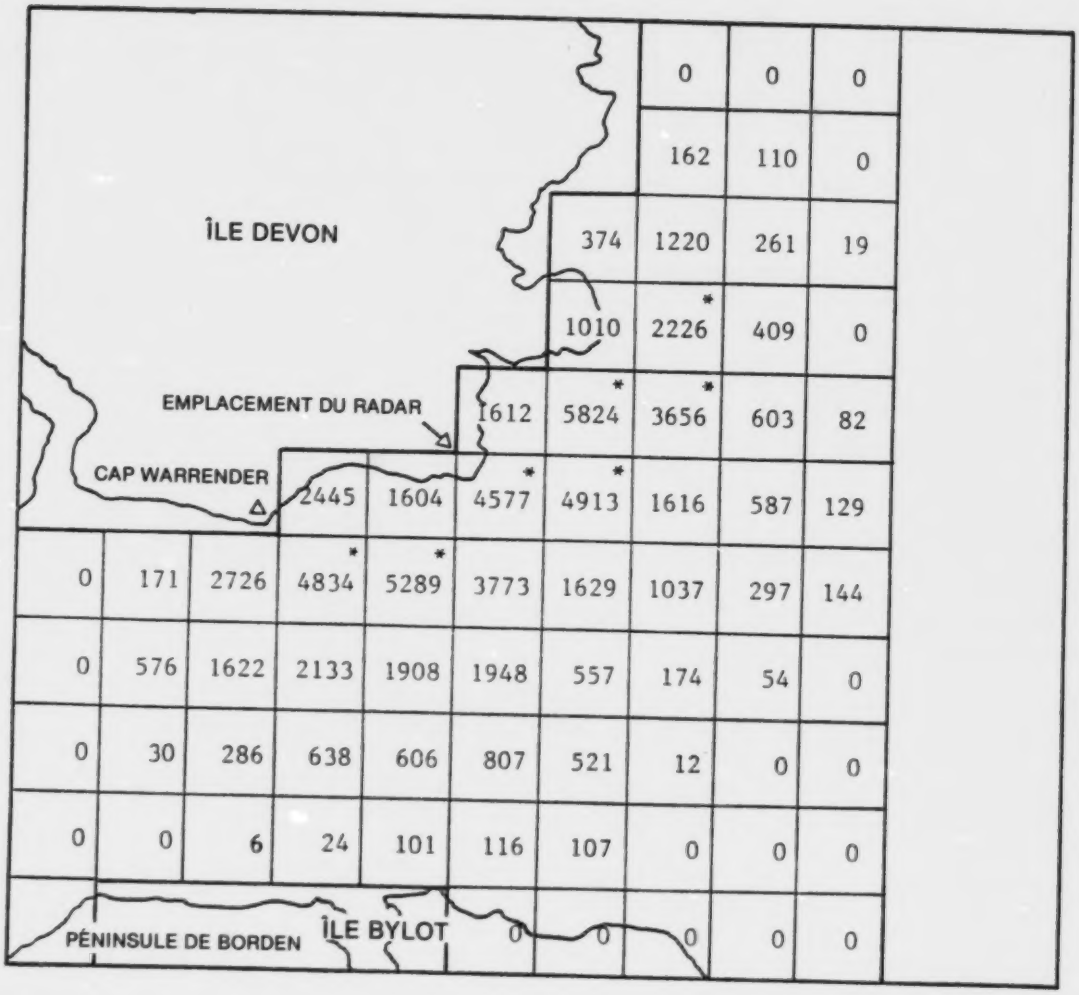


Figure 3.4.8 Répartition globale des observations d'icebergs effectuées de la station radar de Hope Monument en 1978. Les secteurs marqués d'astérisques sont caractéristiquement associés à d'importantes vitesses de la glace et de l'eau.

supérieures à 50 m et à 5 m respectivement. D'autre part les relevés aériens de 1978 et de 1979 dans le cadre du programme EEMAE de Petro-Canada n'étaient basés que sur la longueur de l'iceberg en raison de la méthode d'observation qui présente une vue en plan et de la nécessité de minimiser les difficultés que posent les nouvelles identifications rendues nécessaires par les "retournements" plus fréquents des icebergs plus courts. Une longueur minimale de 50 m a été utilisée pour le relevé de 1978. Des améliorations ultérieures des méthodes de documentation et un intérêt accru pour les petits icebergs permettaient de réduire cette longueur minimum à 30 m pour le programme de surveillance aérienne de 1979.

Cette modification, les durées différentes des périodes d'observation (103 jours en 1978 et 72 jours en 1979) ainsi qu'une modification de la répartition spatiale du temps de vol compliquent la comparaison des deux populations annuelles d'icebergs. Néanmoins l'examen de données portant sur des zones individuelles indique que les icebergs étaient approximativement 20% moins nombreux en 1979 qu'en 1978. Des répartitions quotidiennes typiques d'icebergs de diverses tailles sont illustrées à la figure 3.4.6 pour le 7 et 24 août 1979. La concentration apparente d'icebergs dans la partie nord de la région du relevé est une caractéristique commune mais non générale de la région. La configuration sous-jacente de l'écoulement (voir Section 3.4.3) est telle que la plupart des icebergs suivent des trajectoires analogues pour traverser la région, ce qui fait que des concentrations d'icebergs supérieures à la moyenne dans la partie nord entraînent ultimement, après l'écoulement d'un délai convenable, des augmentations correspondantes en aval.

Une certaine mesure de la variation de la densité des icebergs en fonction du temps peut être tirée de l'examen des nombres totaux d'icebergs pendant des périodes de 6 heures à la station radar de Hope Monument, obtenus pendant une période de 11 semaines en 1978 (de Lange Boom, MacNeill et Buckley 1979) et portés aux figures 3.4.7 (a) à (f). Les périodes pendant lesquelles la station n'était pas exploitée, mises à part, le nombre total d'icebergs sous observation pendant n'importe quelle période de 6 heures variait généralement de 10 à 30, les nombres les moins élevés étant généralement observés avant le 220^{e} jour, après lequel des nombres plus variables et généralement plus élevés d'icebergs étaient observés. Des "pulsations" détectables de nombres élevés d'icebergs se sont manifestées le 221^{e} et le 225^{e} jour, du 230^{e} au 232^{e} jour et, pendant un intervalle de 10 jours (du 235^{e} au 245^{e} jour) où les densités étaient moindres. Dans l'ensemble le nombre d'icebergs observés semblait fluctuer au hasard tout en augmentant lentement, mais régulièrement en fonction du temps.

L'utilisation de ces données, obtenues par radar, comme moyen d'étude de la répartition spatiale des icebergs était évidemment compliquée par la forte relation entre la portée et la sensibilité de détection. Néanmoins, en utilisant une simple hypothèse de

symétrie azimutale, il a été possible d'utiliser la répartition globale des observations d'icebergs (Figure 3.4.8) pour déduire une non uniformité spatiale sous-jacente qui prend la forme d'un secteur parallèle aux côtes est et sud-est de l'île Devon où la densité des icebergs est élevée. Ces secteurs sont identifiés à l'aide d'astérisques sur la figure 3.4.8 et sont caractéristiquement associés à des vitesses importantes de la glace et de l'eau (voir Section 3.3 et Fissel, Lemon et Birch 1980, ainsi que la discussion sur les déplacements des icebergs de la Section 3.4.3). Ailleurs, les densités d'icebergs observées diminuaient en fonction de la distance et leur structure spatiale n'était pas déterminée. La configuration observée est compatible avec la répartition des observations enregistrées à bord du "M.V. Orion" (Figure 3.4.9) et avec les tendances plus grossières déduites des données du SEA (Figure 3.4.10) qui indiquent que les populations d'icebergs ont fortement tendance à se confiner à l'extrémité est du détroit de Lancaster.

3.4.2.2. Formes

La classification des icebergs suivant des catégories générales de formes et d'aspect a été motivée principalement par la croyance que ces données pourraient permettre d'estimer facilement l'âge et les dimensions immergées des icebergs. Dans le premier cas, la relation est basée sur une association constatée entre la forme des icebergs et leur degré de dégradation depuis leur vêlage et leur arrivée dans le milieu marin. D'autre part, l'utilisation des données sur la forme des icebergs en vue d'obtenir des renseignements sur leurs caractéristiques sous-marines, difficiles à observer, est basée sur des relations empiriques approximatives et quelque peu discutables entre l'épaisseur maximum sous le niveau de l'eau (tirant d'eau) et la hauteur maximum au-dessus du niveau de l'eau (voilure) d'icebergs appartenant à une catégorie donnée. Si ces relations s'avèrent valides, elles permettraient de minimiser les données concernant les caractéristiques sous-marines nécessaires pour l'estimation des probabilités de dérive et de récurage du fond par les icebergs par exemple.

Malheureusement, il y a eu manque d'uniformité quant à la terminologie et aux critères utilisés pour l'enregistrement des données sur la forme. Les catégories ont été diversement étiquetées: "pittoresque du Groenland", "tabulaire", "tabulaire incliné", "tabulaire brisé", "en bloc", "parfaitement sphérique", "en dôme", "cornus et ailés", et "en cale sèche" (Smith 1928; NORDCO, 1979; AEPA, 1973; Robe 1975; Miller 1980). La classification de la présente étude est basée sur la terminologie utilisée sur le terrain dans le cadre du programme ERMAE de Pétro-Canada et est illustrée à la figure 3.4.11. Les catégories correspondent généralement à une durée d'immersion dans la mer ou à un âge croissant, et proportionnel au degré d'irrégularité géométrique; les icebergs de type tabulaire et en forme de cale sèche représentant habituellement et respectivement les stades initials et finals du cycle. En pratique, toutefois, les relations

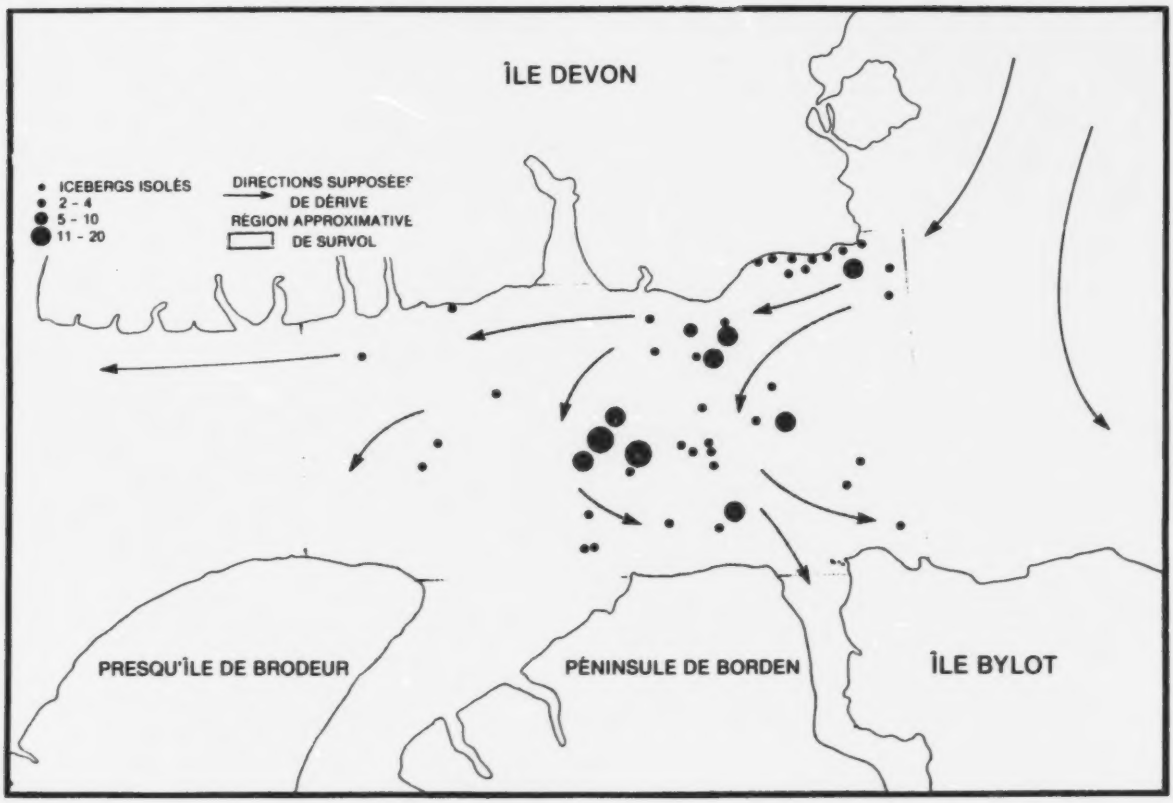


Figure 3.4.9 Icebergs observés à bord du navire de ravitaillement "Orion Arctic" du 7 août au 24 septembre 1973

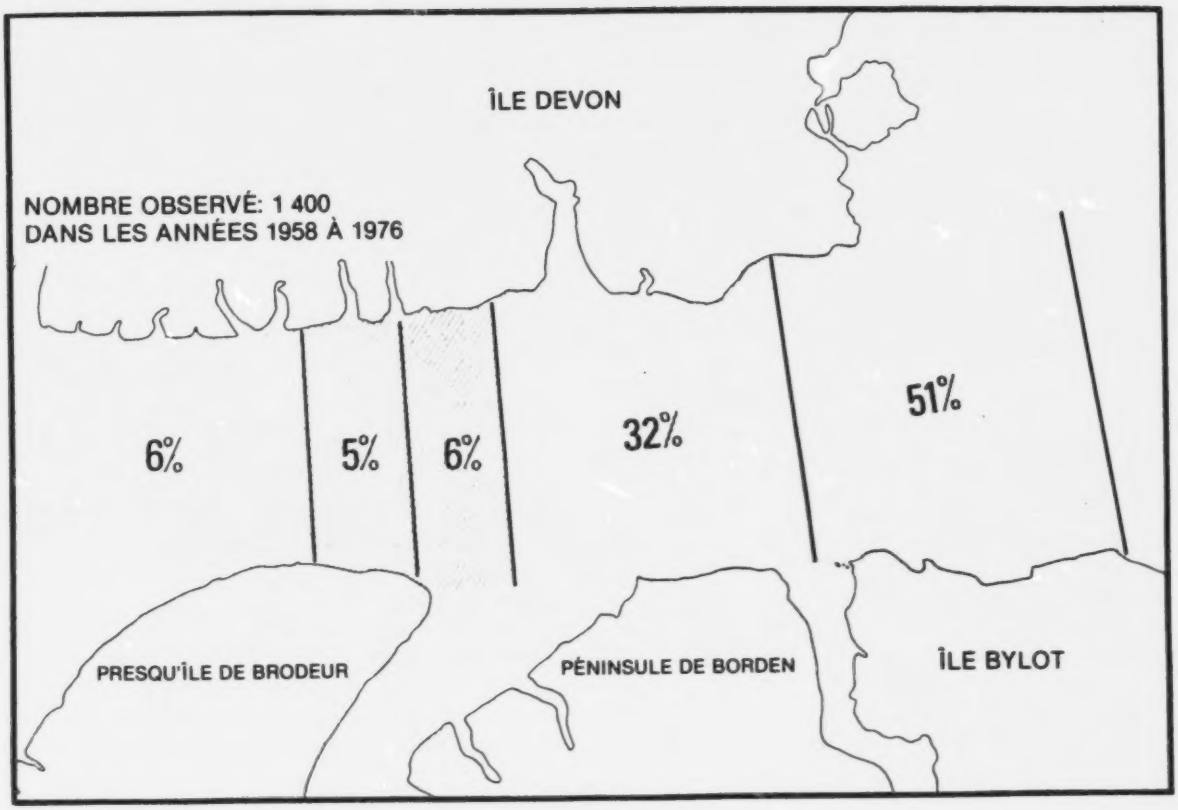


Figure 3.4.10 Pourcentages d'icebergs enregistrés par région au cours de missions d'études des glaces

âge-forme sont assez ambigües et dépendent, en autres choses, de l'origine de l'iceberg et de sa trajectoire particulière ainsi que des conditions glacielles pendant le trajet jusqu'à l'emplacement où il est observé.

Les données sur la forme du programme EEMAE de Petro-Canada ont été tirées des enregistrements photographiques de la station radar de l'Île Bylot (NORDCO 1979) et de vols de reconnaissance des icebergs et des conditions glacielles effectués en 1979 (Miller 1980). Les résultats sont présentés au Tableau 3.4.1 dans le cas de ces deux sources avec des données analogues* obtenues en 1972, pour la partie concernée de la mer de Baffin, pendant le voyage du M.V. "Hans Egede" (AEPA 1973). On trouve également dans ce tableau les valeurs ratio tirant d'eau/voilure, représentatives de chacune des catégories et obtenues par le calcul de moyennes à l'aide des données sur les dimensions des icebergs, tirées des travaux de Robe (1975) et des données détaillées concernant 35 icebergs recueillies en 1978 dans le cadre du programme EEMAE de Pétro-Canada (ICE 1979).

Tableau 3.4.1

Répartition des icebergs suivant leur forme

	Tabulaire	Tabulaire incliné	En bloc	Pointu	En Dôme	En cale sèche
ratio tirant d'eau/ voilure	=4.4	=3.9	=3.9	=2.7	=6.0	=2.4
NORDCO (1979)	28%	13%	22%	26%	7%	2%
Miller (1980)	17%	--	42%	28%	15%	--
AEPA (1973)	30%	--	23%	16%	30%	2%

* L'inclusion de ces données au Tableau 3.4.1 a été effectuée d'après les hypothèses suivantes de correspondance entre les catégories de forme des études du programme EEMAE de Pétro-Canada et de l'AEPA: Tabulaire/tabulaire érodé; en bloc/pittoresque du Groenland; pointus/pointus; en dôme/parfaitement sphérique et, en cale sèche/cornus et ailés.

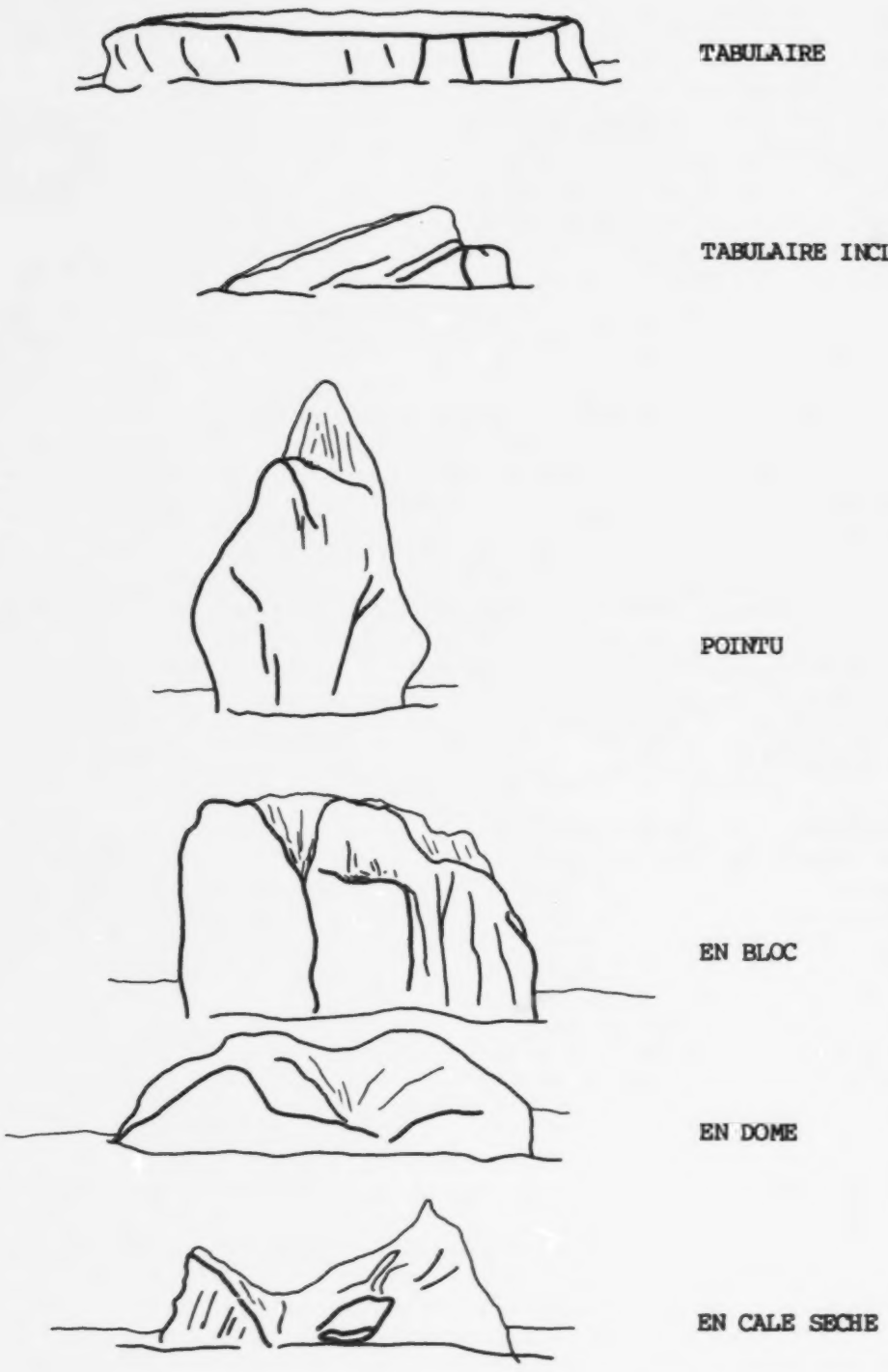


Figure 3.4.11 Terminologie de la classification des formes d'icebergs.

Malheureusement, l'analyse de Robe (1975) a jeté un doute considérable sur les bases statistiques d'une répartition en fonction du rapport tirant d'eau/voilure. Il concluait qu'aucune différence significative ne pouvait être établie entre les différentes catégories de rapports. La nouvelle analyse des résultats de Robe que nous avons effectuée ainsi que des données supplémentaires plus récentes (ICE 1979) confirment cette conclusion au degré de certitude de 95%. A un degré moindre (68% de certitude) une certaine distinction est possible entre les icebergs en dôme et pointus, et les icebergs en forme de cale sèche, qui sont respectivement associés à des rapports extrêmement élevés et faibles. En général toutefois, la recommandation de Robe (1975) suggérant l'utilisation d'un ratio indépendant de toute forme, de 3.95 comme paramètre à l'aide duquel estimer le tirant d'eau semble convenir.

On ne peut dégager aucune tendance nette des données sur la répartition des formes si ce n'est que la majorité des icebergs ont tendance à appartenir aux catégories tabulaire, tabulaire incliné et en bloc, catégories généralement associées aux populations relativement jeunes d'icebergs. Un grand nombre des différences entre les résultats des diverses études pourraient être attribuées à des différences de jugement et à des recouvrements ainsi qu'à une certaine confusion au niveau des critères utilisés. Il est évident que le processus de classification doit faire l'objet d'une certaine uniformisation avant que les données sur la forme des icebergs puissent être jugées utiles ne serait-ce que pour une analyse qualitative.

3.4.2.3. Dimensions

Des distributions des dimensions émergées d'icebergs obtenues lors de relevés aériens effectués en 1978 et en 1979 sont illustrées aux Figures 3.4.12 à 3.4.15.* Des données comparables tirées du relevé effectué à bord du M.V. "Hans Egede" en 1972 (AEPA 1973) ont également été portées sur les trois premières figures. Dans le cas des résultats de 1978 et de 1979, les valeurs maximales, moyennes, médianes et dépassées par 10% et 90% des icebergs, sont également présentées. On devrait en particulier noter les dimensions maximales signalées: 760 m (longueur); 96 m (hauteur maximale) et 63 millions de tonnes (masse). Le tirant d'eau maximum signalé lors de l'étude (ICE, 1979) de 35 icebergs différents était de 220 m.

---

* Les distributions des hauteurs et des masses pour 1978 et 1979 ont été obtenues:

a) de mesures directes et de calculs basés sur l'étude stéréographique détaillée de 293 icebergs;
b) des valeurs de hauteur et de masse calculées à partir des données sur la longueur et la superficie pour le reste de la population d'icebergs à partir de régressions tirées des ensembles de données détaillées pour 293 icebergs.

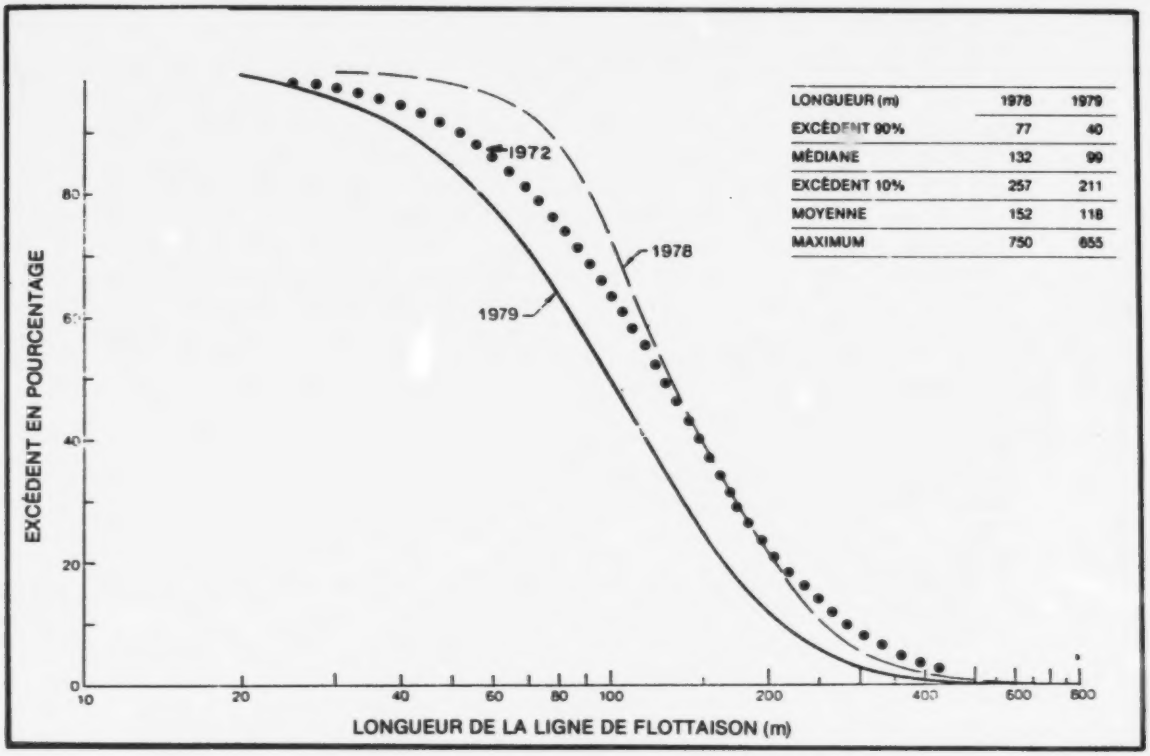


Figure 3.4.12 Distribution cumulative des longueurs des icebergs a la flottaison

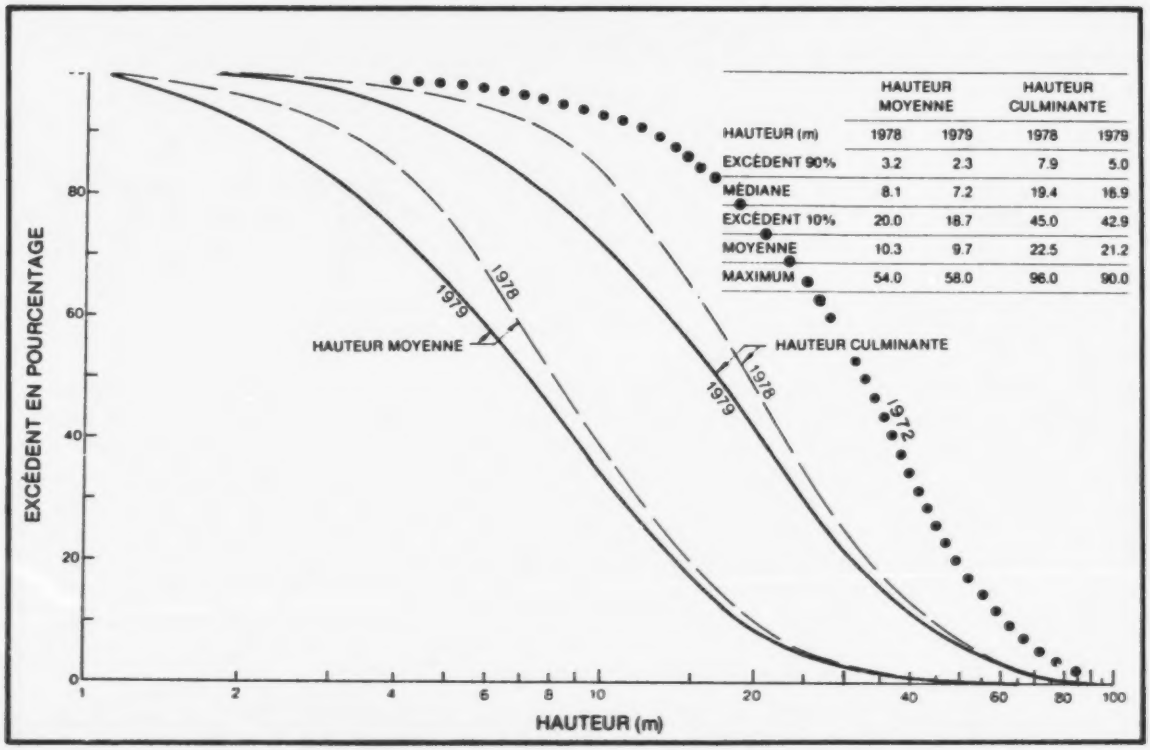


Figure 3.4.13 Distribution cumulative des hauteurs des icebergs

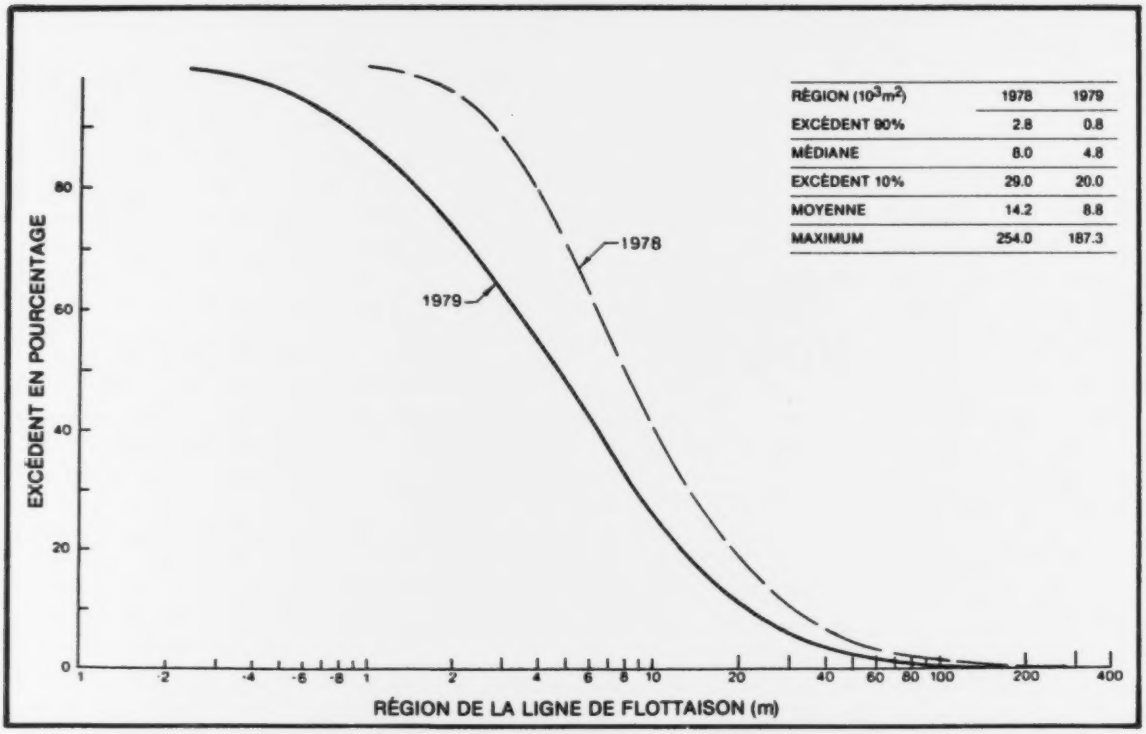


Figure 3.4.14 Distribution cumulative des superficies des icebergs à la flottaison

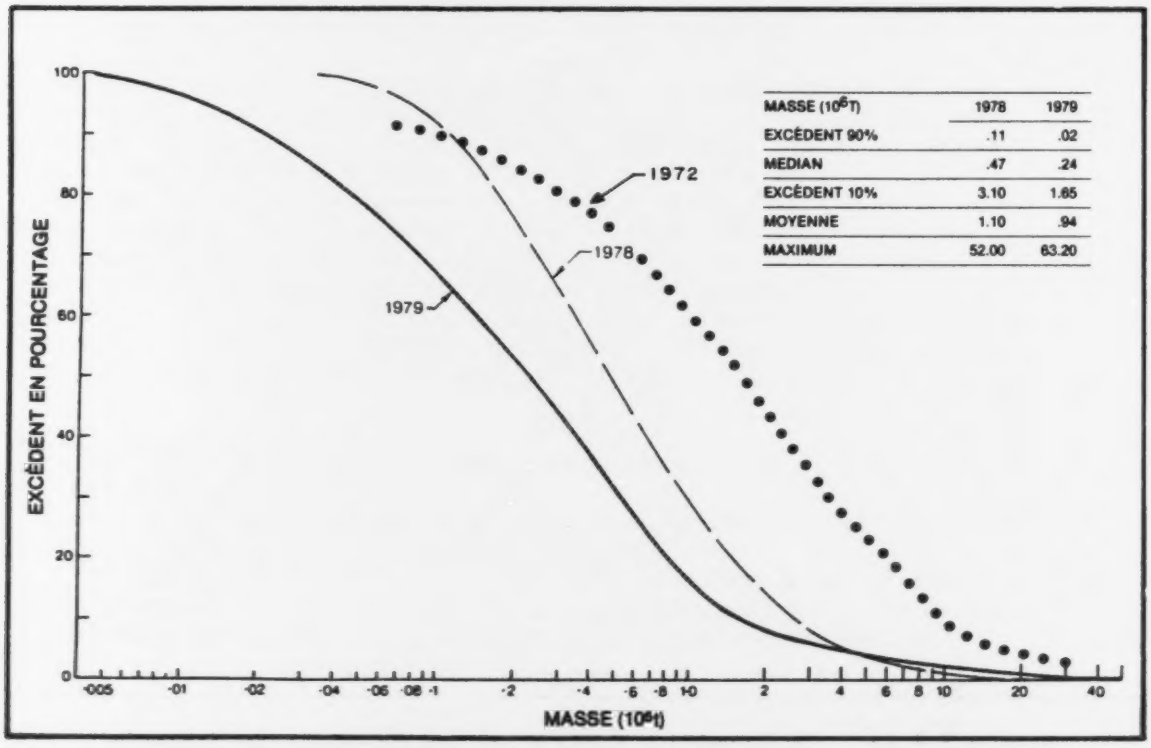


Figure 3.4.15 Distribution cumulative des masses des icebergs

Lorsque l'on tient compte de l'attention accrue consacrée aux petits icebergs en 1979, la distribution des longueurs de la figure 3.4.12 reflète l'impression générale qu'il n'existe qu'une différence peu significative entre les ensembles de données sur les dimensions de 1978 et de 1979. La figure 3.4.12 révèle un écart de 40 m presque uniforme entre les données additionnelles recueillies en 1979 sur les petits icebergs et les résultats obtenus en 1978. La distribution de 1972 est étroitement encadrée par les distributions de 1978 et de 1979 sauf aux extrémités inférieure et supérieure de la courbe où des densités plus élevées étaient observées lors de la première étude. Les données sur la hauteur et la masse obtenues en 1972 étaient nettement plus différentes des distributions obtenues en 1978 et en 1979, les moyennes obtenues dans le premier cas étant respectivement de 50% et de 300% plus élevées. On a tenté (NORCOR, 1979) d'attribuer ces différences à:

a) l'inclusion des données sur le détroit de Davis dans l'étude de 1972 et;

b) la restriction de l'étude de 1972 à la période de fin de saison (septembre et octobre) pendant laquelle on suppose qu'une proportion élevée de petits icebergs serait disparue de la population échantillonnée.

Même si ces raisons peuvent être valables dans une certaine mesure, il est également vraisemblable que les différences apparentes au niveau des distributions obtenues pour 1972 puissent être attribuées aux méthodes (non précisées) utilisées pour choisir la population des icebergs étudiés (des mesures n'ont été effectuées que sur 350 des 2 000 icebergs observés pendant l'étude effectué à bord du "Hans Egede").

En l'absence de données supplémentaires directement comparables, on doit supposer que les distributions des figures 3.4.12 à 3.4.15 sont représentatives de la population d'icebergs de l'est du détroit de Lancaster et du nord-ouest de la mer de Baffin.

3.4.3 Dérive des icebergs

La prévision détaillée des déplacements d'icebergs individuels reste une tâche formidable sinon impossible. En laissant de côté les incertitudes qui persistent au niveau des mécanismes, de telles prévisions exigent des données précises et continues sur la géométrie des icebergs et sur les couches limites turbulentes de l'atmosphère et de l'océan. Comme dans le cas des floes, puisque les données de ce genre sont impossibles à obtenir, des données considérables sur les déplacements des icebergs sont d'autant plus nécessaires afin:

a) d'établir les caractéristiques générales du déplacement des icebergs dans le secteur qui nous intéresse; et

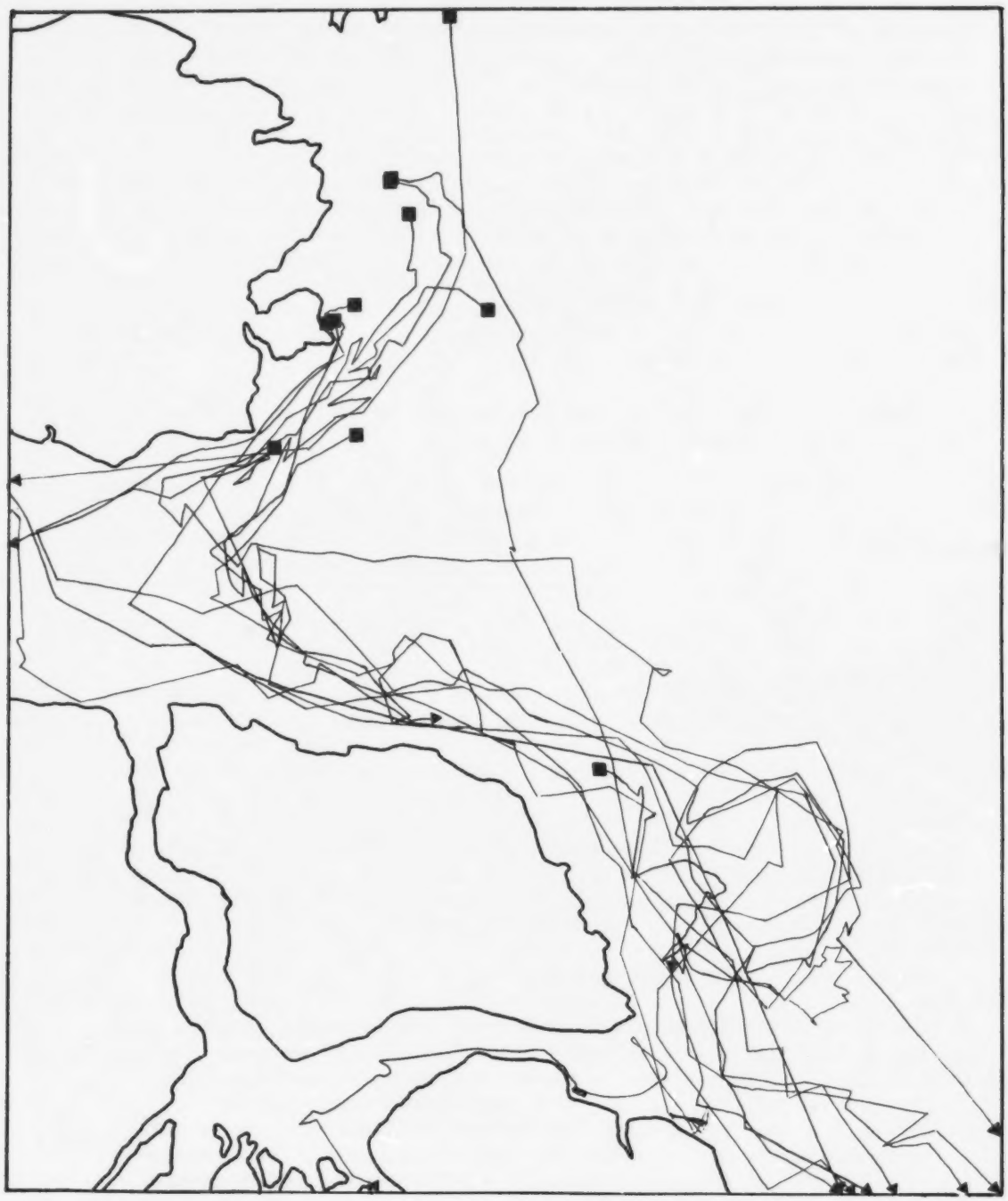


Figure 3.4.16 Trajectoires d'icebergs à la dérive obtenues à partir de données satellites, 1978.

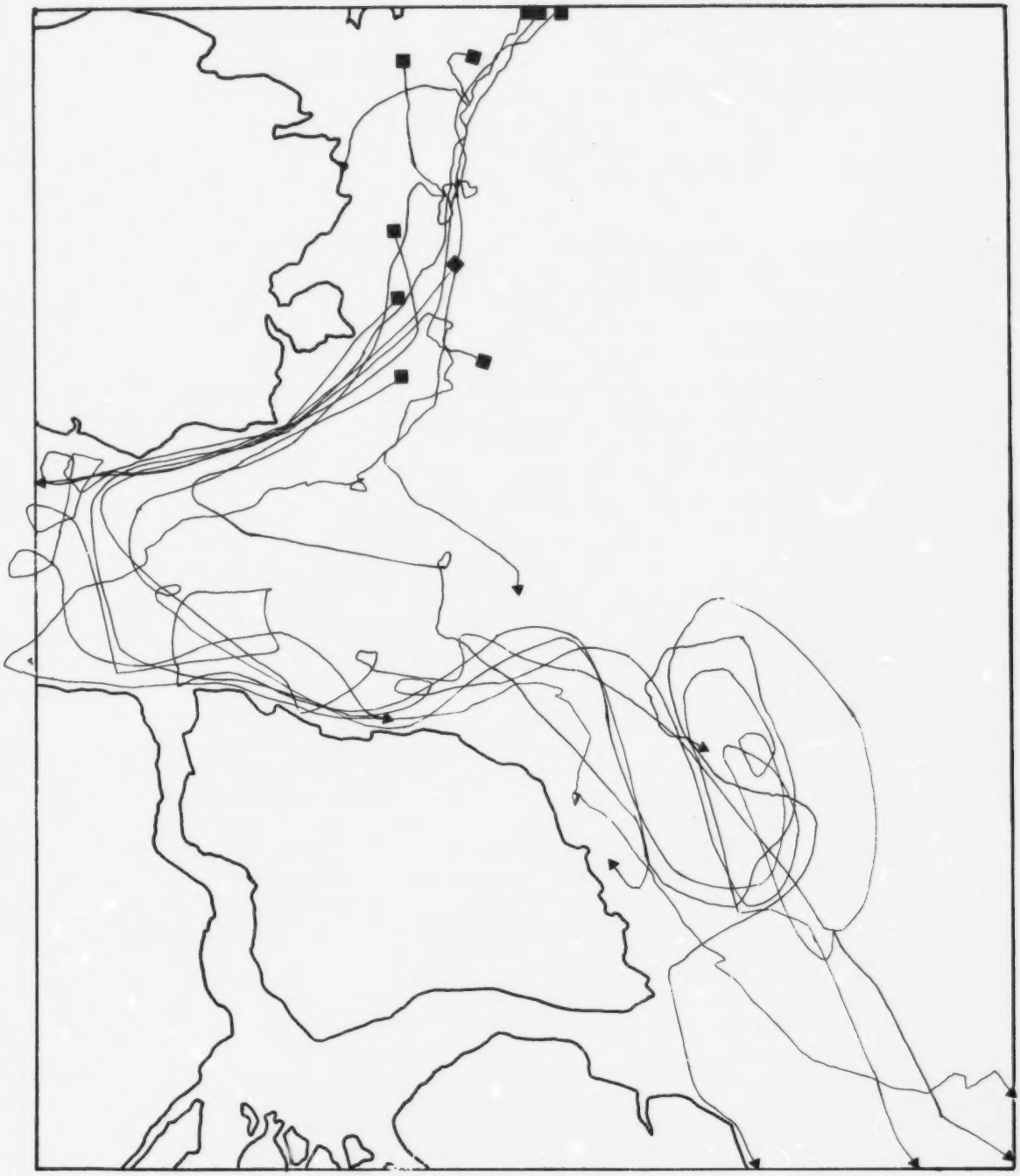


Figure 3.4.17 Trajectoires d'icebergs à la dérive obtenues à partir de données satellites, 1979 (Fissell, 1980).

b) de constituer une base à partir de laquelle on pourra poursuivre les travaux sur les modèles de prévision.

Dans le cadre des études du programme EEMAE de Pétro-Canada, la dérive des icebergs a été surveillée suivant plusieurs échelles spatiales et temporelles en fonction des résolutions et des fréquences de mesures caractéristiques de l'observation aérienne, de la surveillance à l'aide de radars terrestres et de la poursuite par satellite.

Les caractéristiques générales de la dérive régionale des icebergs sont peut-être le plus facilement illustrées à l'aide des données satellites, [Fissell (1980), Arctic Sciences Ltd. (1980 a, b)] qui constituent une source modérément précise (erreurs moyennes de 0,5 à 2,5 km) de renseignements sur la position obtenue à des fréquences variant de 2 à 12 fois/jour pendant des périodes de plus d'une année complète. Les trajectoires régionales de tous les icebergs suivis de cette manière, ont été respectivement portées aux figures 3.4.16 et 3.4.17 d'après les données de 1978 et de 1979. Sur ces figures, aucune tentative n'a été effectuée dans le but de distinguer des dates ou d'autres caractéristiques reliées aux vitesses de déplacement des icebergs. C'est plutôt la masse cumulée de données sur les trajectoires qui évoque d'elle-même les principales caractéristiques des circulations annuelles d'icebergs. L'existence d'une dérive intrusive dans le détroit de Lancaster est nettement la caractéristique dominante de la circulation. Approximativement 90% des icebergs, situés à l'origine dans une bande large de 30 milles marins au large de la côte est de l'île Devon, pénètrent éventuellement dans la partie est du détroit. La trajectoire courante de pénétration contourne l'angle sud-est de l'île Devon, à proximité du cap Sherard, et passe par les zones où d'importants nombres d'icebergs ont été observés tant lors de l'étude radar de Hope Monument en 1978, que pendant le voyage de 1974 du M.V." Orion" (Section 3.4.2.1). Le rétrécissement des enveloppes des trajectoires dans cette région correspondait à des largeurs minimums de la zone de dérive, respectivement de 10 milles marins et de 3 milles marins, pour 1978 et 1979. La plus grande concentration des trajectoires d'icebergs en 1979 correspondait également à une pénétration accrue dans le détroit de Lancaster alors que 70% (plutôt que 44%) des icebergs atteignaient en direction de l'ouest la longitude du cap Warrender, soit 81,8°O. En 1978 la majorité des icebergs traversaient le détroit de Parry en direction du sud près de la longitude de 80°O, ce qui contraste fortement avec les traversées observées en 1979 qui s'effectuaient plutôt dans la région de 82°O. En 1978, seulement 2 icebergs pénétraient, pendant des intervalles se chevauchant, (18 septembre au 10 octobre et 21 septembre au 2 octobre), assez loin à l'ouest de la longitude de 83°O qui constitue approximativement la limite des figures 3.4.16 et 3.4.17. Ces icebergs avaient des trajectoires complexes et bouclées, dans la région située à l'ouest, et chacun d'eux atteignait environ 85° de longitude Ouest avant de recommencer à se déplacer vers l'est pour sortir du détroit de Lancaster.

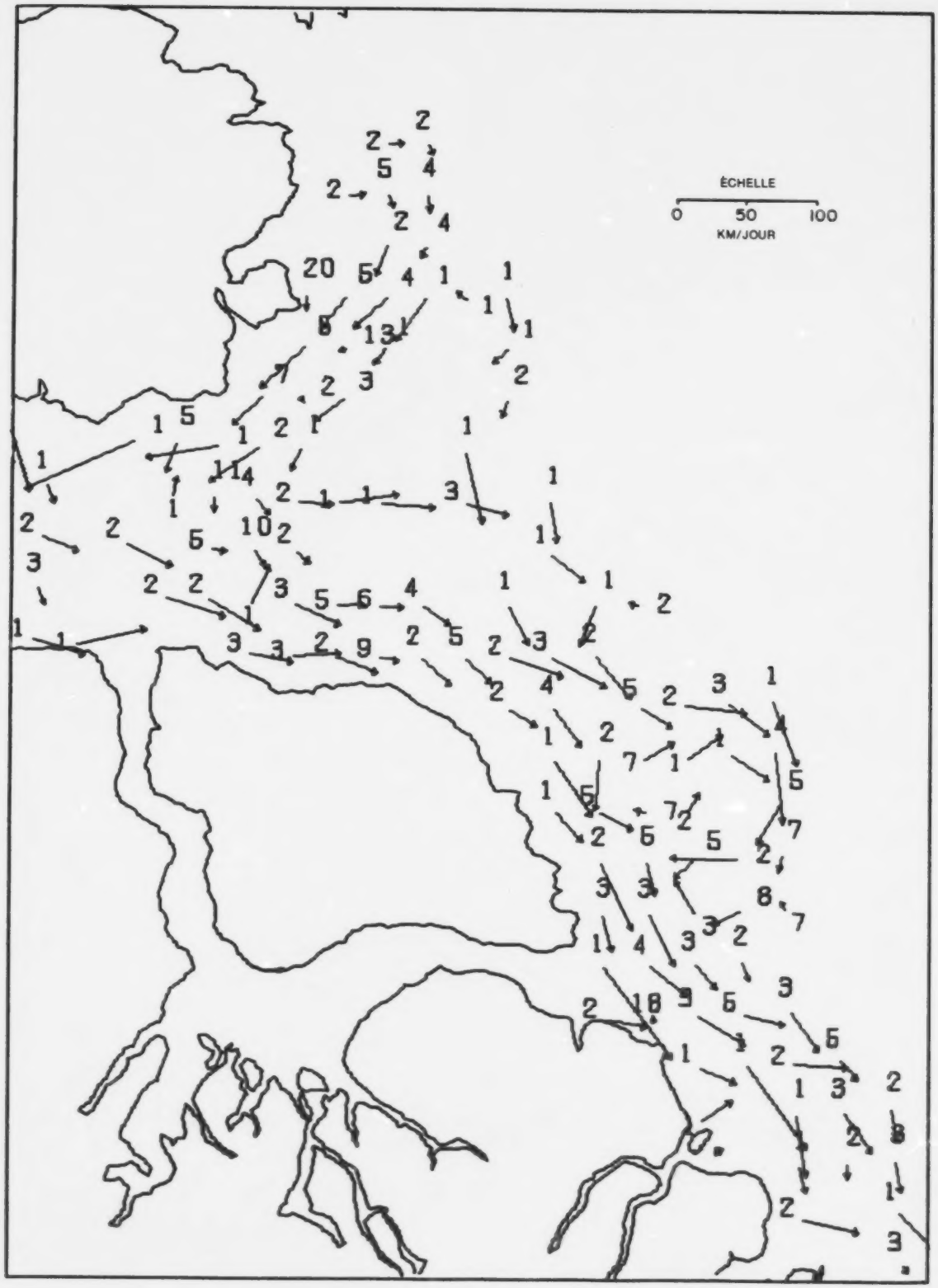


Figure 3.4.18 (a) Vecteurs des vitesses moyennes, icebergs suivis par satellite en 1978 (1 pouce = 100 km/jour).

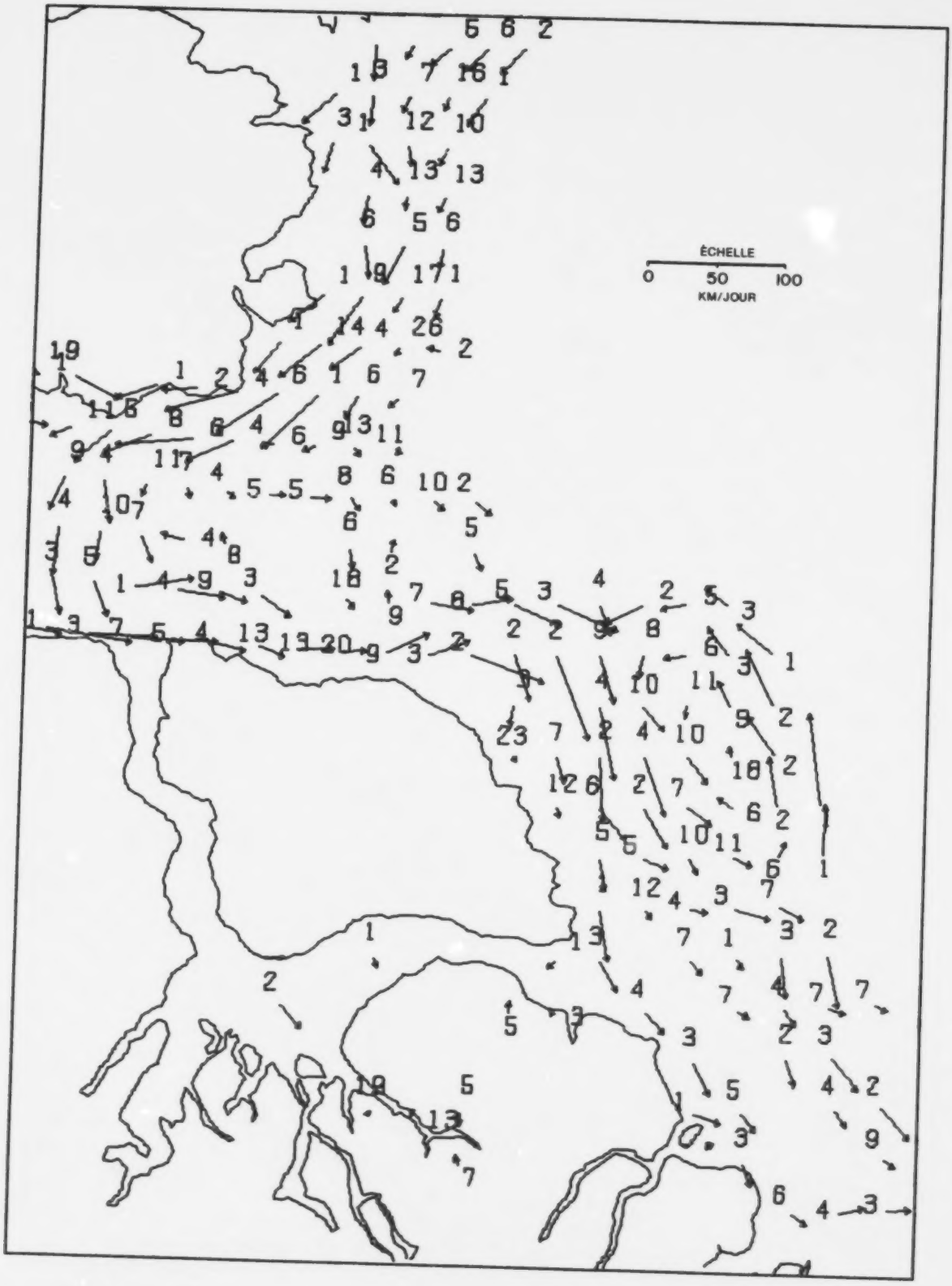


Figure 3.4.18 (b) Vecteurs des vitesses moyennes, icebergs suivis par satellite en 1979 (1 pouce = 100 km/jour).

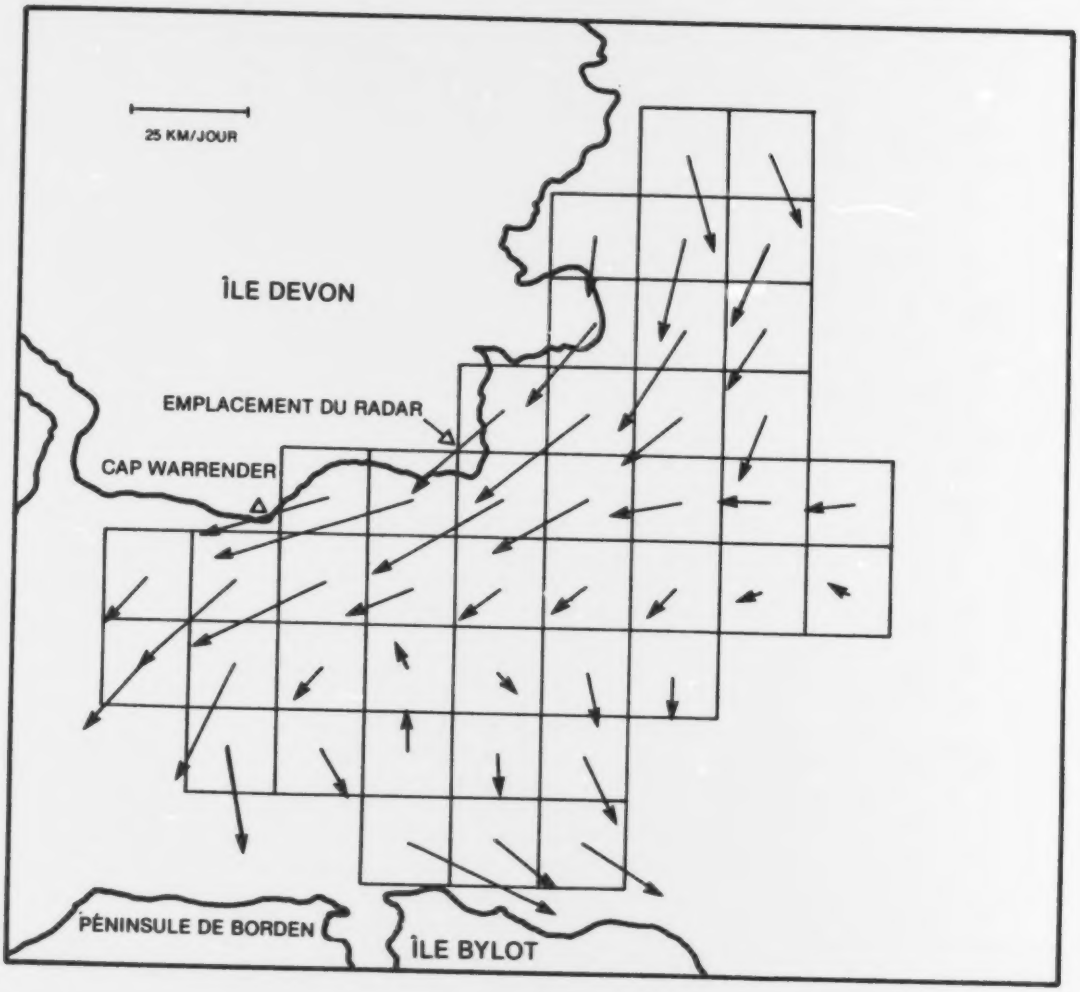


Figure 3.4.19 Vecteurs des vitesses moyennes par zone, icebergs suivis au radar de Hope Monument en 1978

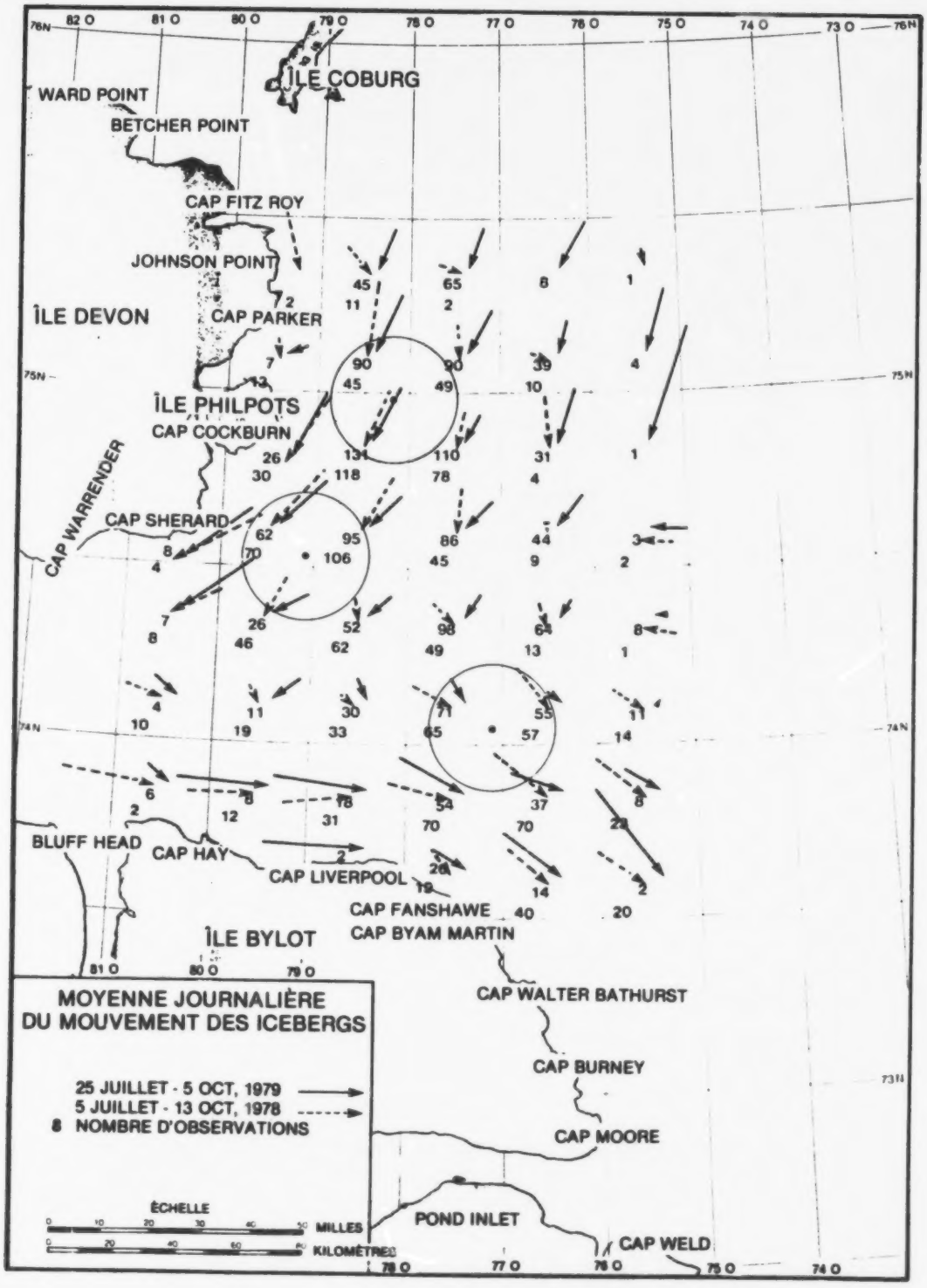


Figure 3.4.20 Vecteurs des vitesses moyennes, observations aériennes en 1978 et en 1979 (pointillés en 1978)

Une étude des données détaillées sur les trajectoires (voir ci-après), suggère qu'après avoir pénétré dans le détroit de Lancaster près du cap Sherard, un iceberg typique y reste de 7 à 10 jours à l'ouest de 79° de longitude ouest. A l'est de 79° de longitude ouest la sortie des icebergs du détroit est considérablement ralentie par la boucle dans le sens anti-horaire que décrit leur trajectoire au nord-ouest et au nord du cap Fanshawe. A l'est de 78° de longitude ouest les trajectoires s'incurvent vers le nord-est avant de reprendre une direction sud au-delà du 76e méridien. Plus tard, la dérive des icebergs dans le secteur à l'est de l'île Bylot est principalement caractérisée par des boucles de grand diamètre dans le sens anti-horaire, que les plus gros icebergs parcourent typiquement en 10 jours environ.

Les vecteurs de la vitesse moyenne présentés aux figures 3.4.18 (a) et (b) donnent une idée des vitesses de déplacement des icebergs le long des trajectoires illustrées aux figures 3.4.16 et 3.4.17. Dans ce cas, chaque vecteur représente la moyenne de toutes les vitesses calculées dans chacune des zones carrées de 18,5 km de côté d'après des "relèvements" adjacents de la position des icebergs effectués par satellite.

Des moyennes zonales analogues ont également été calculées (voir Figure 3.4.19) à partir des vitesses hebdomadaires moyennes obtenues lors de l'étude radar de Hope Monument effectuée en 1978 (de Lange Boom, McNeill et Buckley 1979) et d'après les programmes d'observation aérienne de 1978 et de 1979 (NORCOR 1980) (Figure 3.4.20). Malgré les différents intervalles utilisés pour les calculs respectifs des vitesses (2 à 12 heures dans le cas des satellites; 20 minutes dans le cas du radar et un jour ou plus dans le cas des données issues de l'observation aérienne) les différentes représentations concordent raisonnablement dans la plupart des régions où elles se chevauchent.

Les données accumulées sur les vitesses moyennes et les trajectoires ne révèlent que peu de différences substantielles quant à la circulation des icebergs en 1978 et en 1979. Les résultats confirment une configuration relativement stable du déplacement des icebergs qui ressemble énormément, par ses particularités, à la circulation des floes (Wilson et Marko 1980) et à l'écoulement dans la partie supérieure de la colonne d'eau déduit des bouées dérivantes suivies par satellites, des courantomètres et des mesures dans la masse d'eau (Fissel, Lemon et Birch 1980). Ces résultats ainsi que d'autres caractéristiques de la circulation, comme la présence de boucles répétées ou de déplacements tourbillonnaires, ne peuvent être attribués à des mécanismes atmosphériques directs. En raison des rapports élevés entre les superficies immergées et émergées caractéristiques des icebergs et de la grande vitesse des courants dans les zones à écoulement rapide de la région, on doit s'attendre à ce que l'autre explication plausible, c'est-à-dire l'influence dominante des courants de surface, soit la bonne. On ne devrait s'attendre à une influence importante du vent et par conséquent à une variabilité plus élevée qu'à l'extérieur des

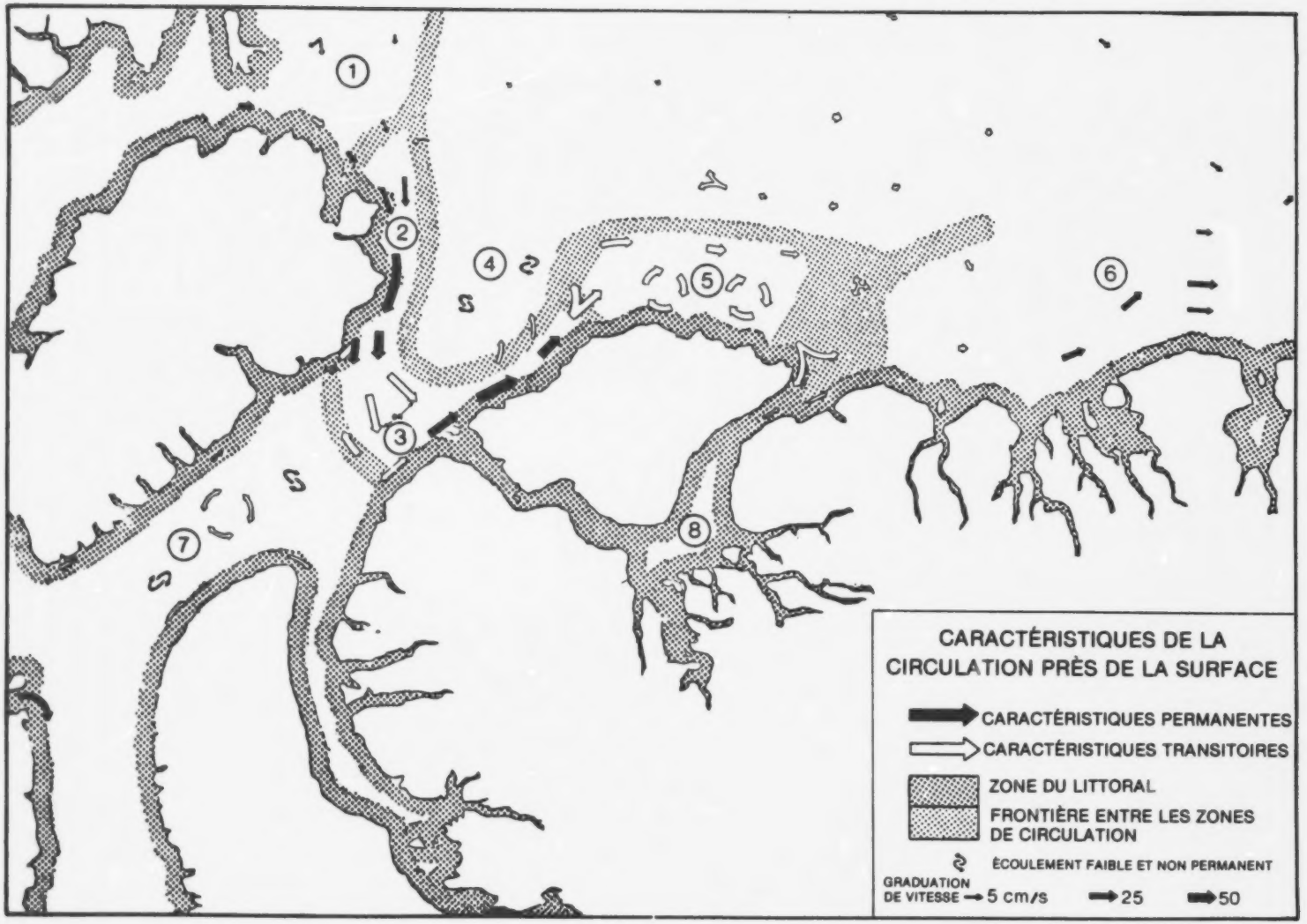


Figure 3.4.21 Configuration régionale de l'écoulement de l'eau près de la surface et méthode de classification (Fissel, Lemon et Birch 1980)

principales zones dont la partie centrale est caractérisée par un écoulement rapide de l'eau.

L'interprétation des données sur la dérive des icebergs peut être simplifiée à l'aide de la méthode simple de classification introduite par Fissel et al., (1980) qui fait intervenir la configuration régionale de l'écoulement de l'eau près de la surface. Cette méthode tient compte des courants de surface dans chacune des zones adjacentes représentées à la Figure 3.4.21. Les limites des zones sont représentées par des grisés qui sont également appliqués à un secteur d'une largeur de 10 km le long des côtes. Ces derniers délimitent une zone distincte près des côtes, caractérisée par des différences importantes couramment observées par rapport aux secteurs adjacents situés au large comme une variabilité spatiale à plus grande échelle, un effet accentué des marées et des déplacements associés aux régimes locaux des vents. Dans les différentes zones au large, des vecteurs de longueurs et de teintes variables sont utilisés pour représenter respectivement l'importance et la variabilité de l'écoulement près de la surface. Dans les paragraphes qui suivent, les données sur la dérive des icebergs dans chacune de ces zones sont étudiées, résumées et mises en relation avec les caractéristiques représentées des déplacements de l'eau.

Région 1 - Zone de la limite septentrionale

Dans cette région, les données sur la masse d'eau et sur certaines bouées dérivantes, révèlent l'existence d'un écoulement régulier en direction du sud-est dont la vitesse est modérée et qui sort du détroit de Jones par le détroit de Lady Anne et d'un écoulement plus variable en direction du sud-sud-ouest, plus loin à l'est dans la mer de Baffin.

En plus des rares données d'observation aérienne et au radar disponibles pour la partie sud de cette région (Figures 3.4.9 et 3.4.20), des renseignements détaillés sur les déplacements des icebergs ont principalement été obtenus par satellite. Quatre trajectoires présentant un intérêt particulier sont représentés aux figures 3.4.22 et 3.4.25. La première de ces figures présente peut-être la configuration la plus caractéristique de la circulation des icebergs dans cette région, leur vitesse moyenne de 10 km/jour en direction du sud-sud-ouest se maintient au nord et augmente quelque peu au sud de 75°30'. Une dérive nette, analogue dans l'ensemble, est représentée à la figure 3.4.23, mais dans ce cas toutefois, la dérive de l'iceberg est caractérisée par des boucles complexes pendant l'intervalle du 11 au 16 septembre, période pendant laquelle la dérive de l'iceberg précédemment considérée (Figure 3.4.22) avait également déviée par rapport à la tendance observée en direction du sud. Les deux trajectoires finales (Figures 3.4.24 et 3.4.25) illustrent des déviations courantes de l'écoulement moyen caractérisées respectivement par un déplacement rapide de l'iceberg vers la côte et par un écoulement en direction du sud-est et de l'est qui a déplacé l'iceberg 1446 assez loin en direction du large

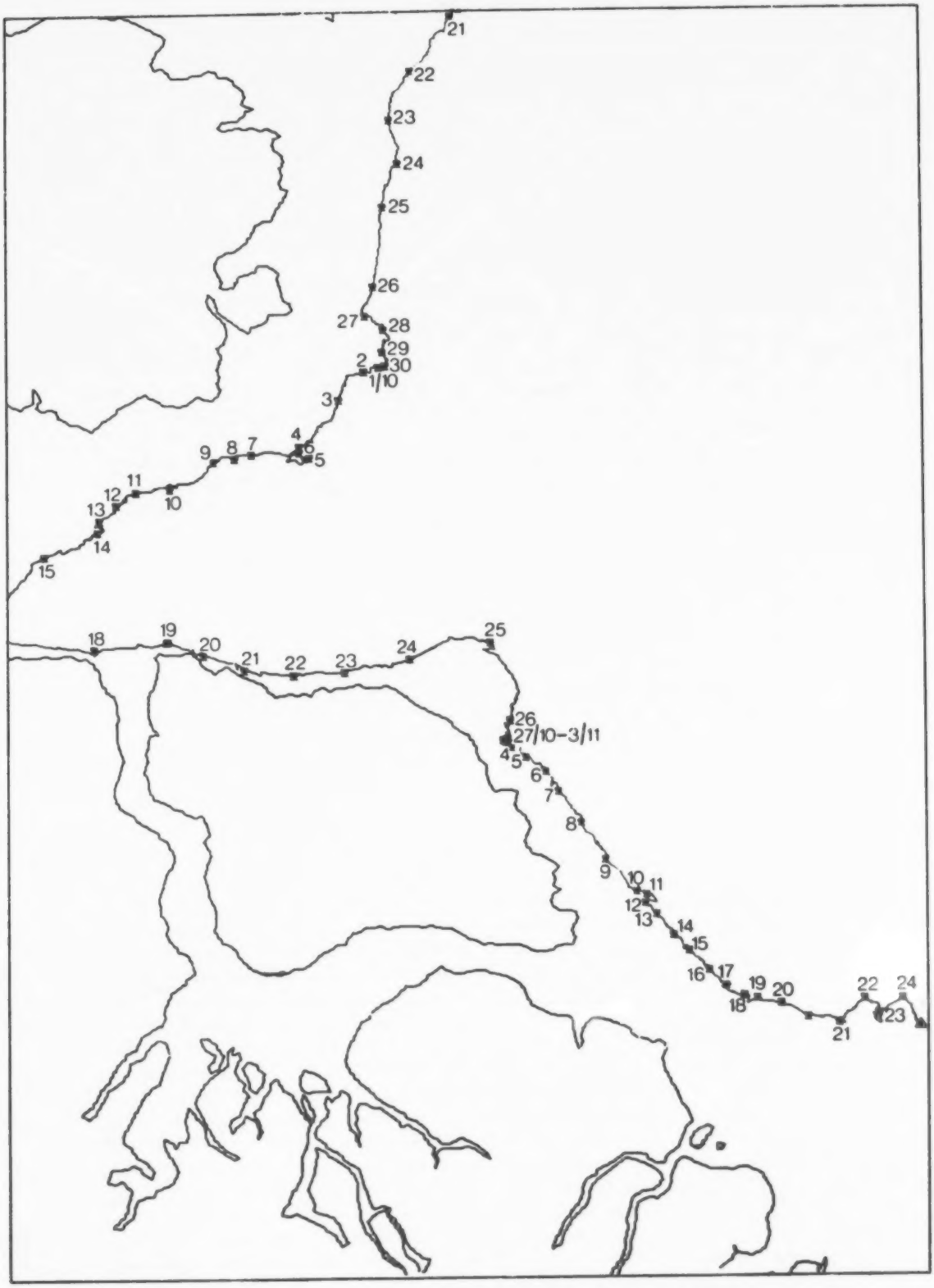


Figure 3.4.22 **Trajectoire d'iceberg suivi par satellite: ID 1986, 8/9/79 au 24/11/79**

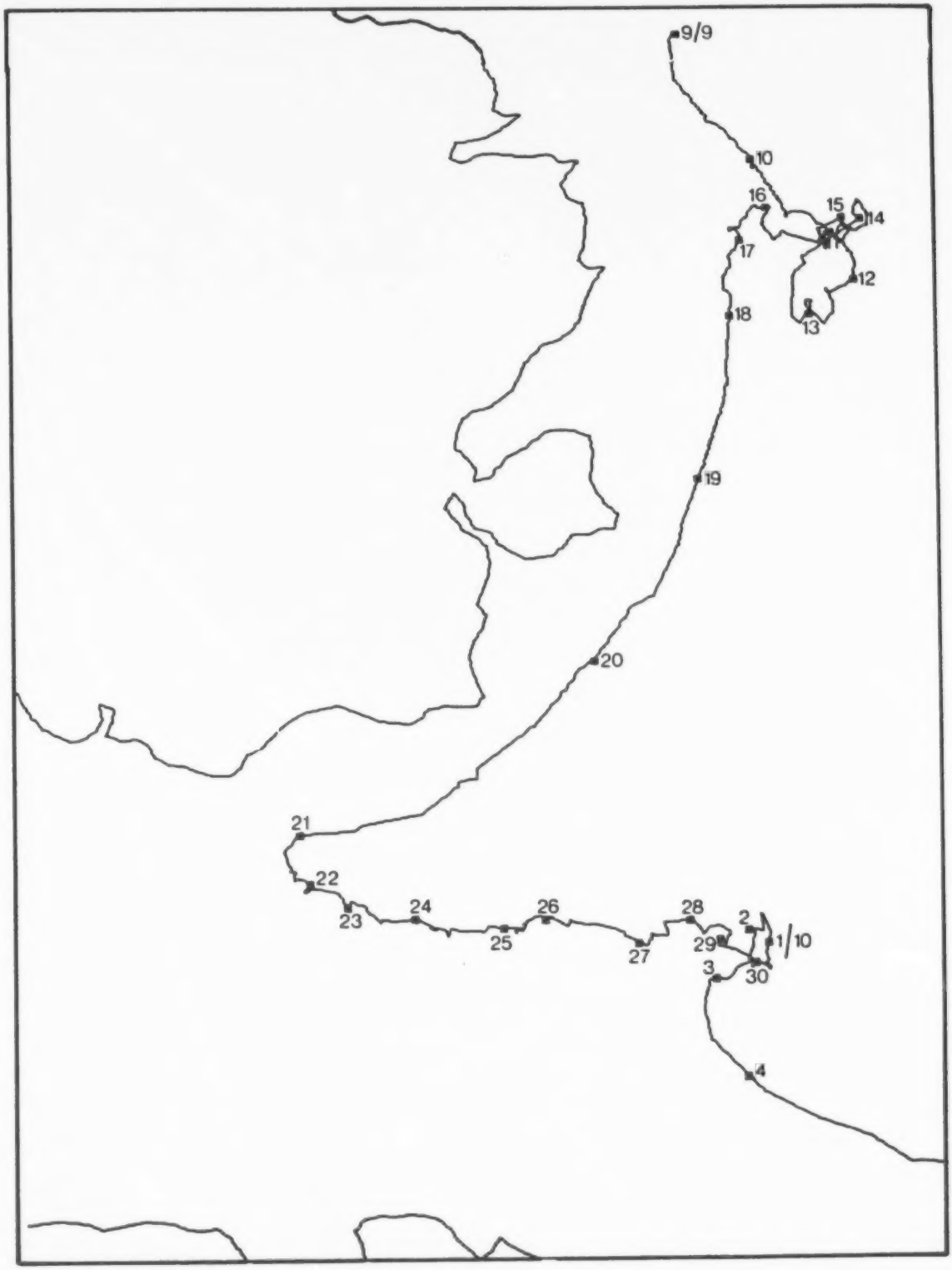


Figure 3.4.23 Trajectoire d'iceberg suivi par satellites: ID 1995, 9/9/79 au 4/10/79

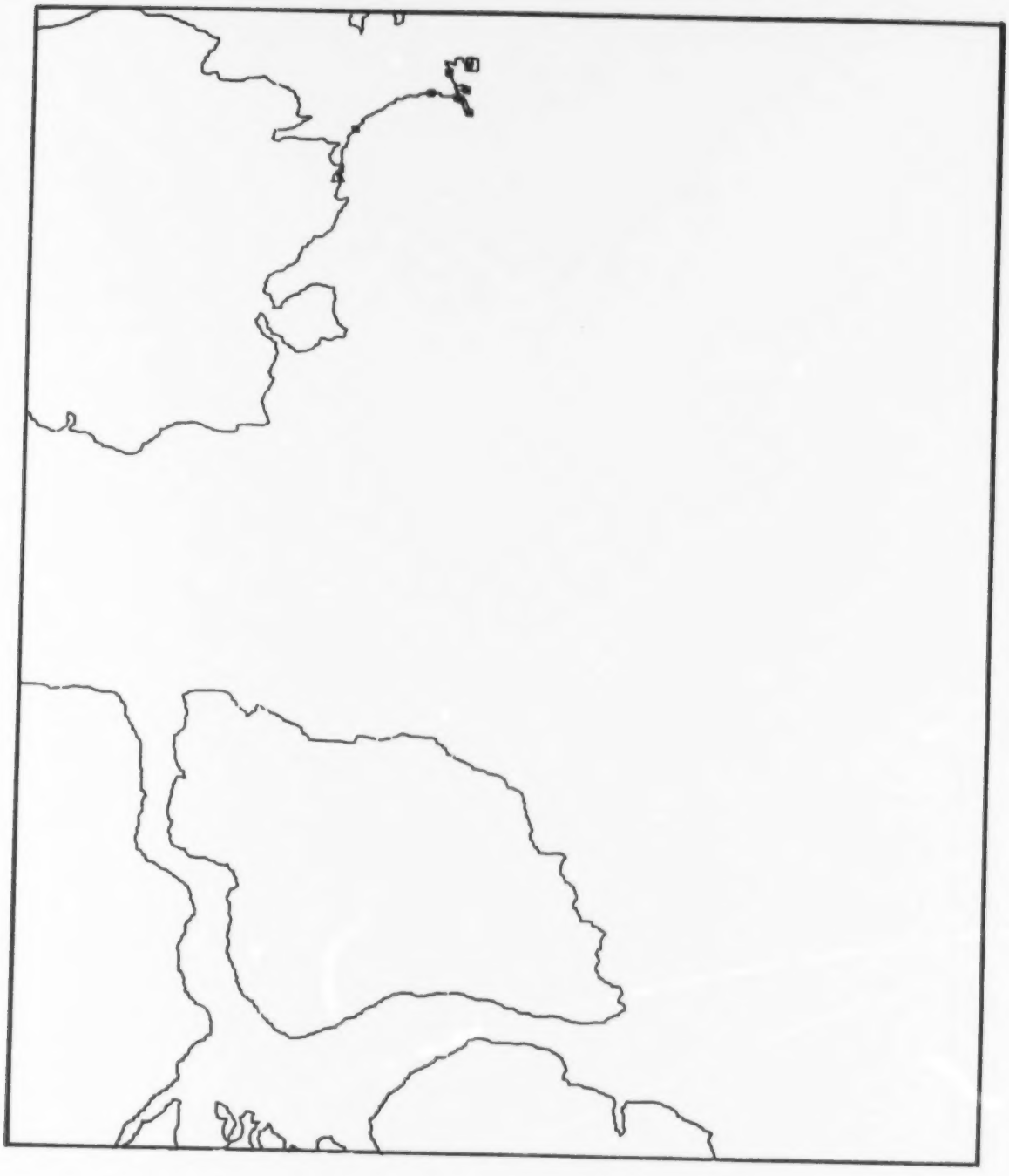


Figure 3.4.24 Trajectoire d'iceberg suivi par satellite:
ID 1993, 8/9/79 au 16/9/79

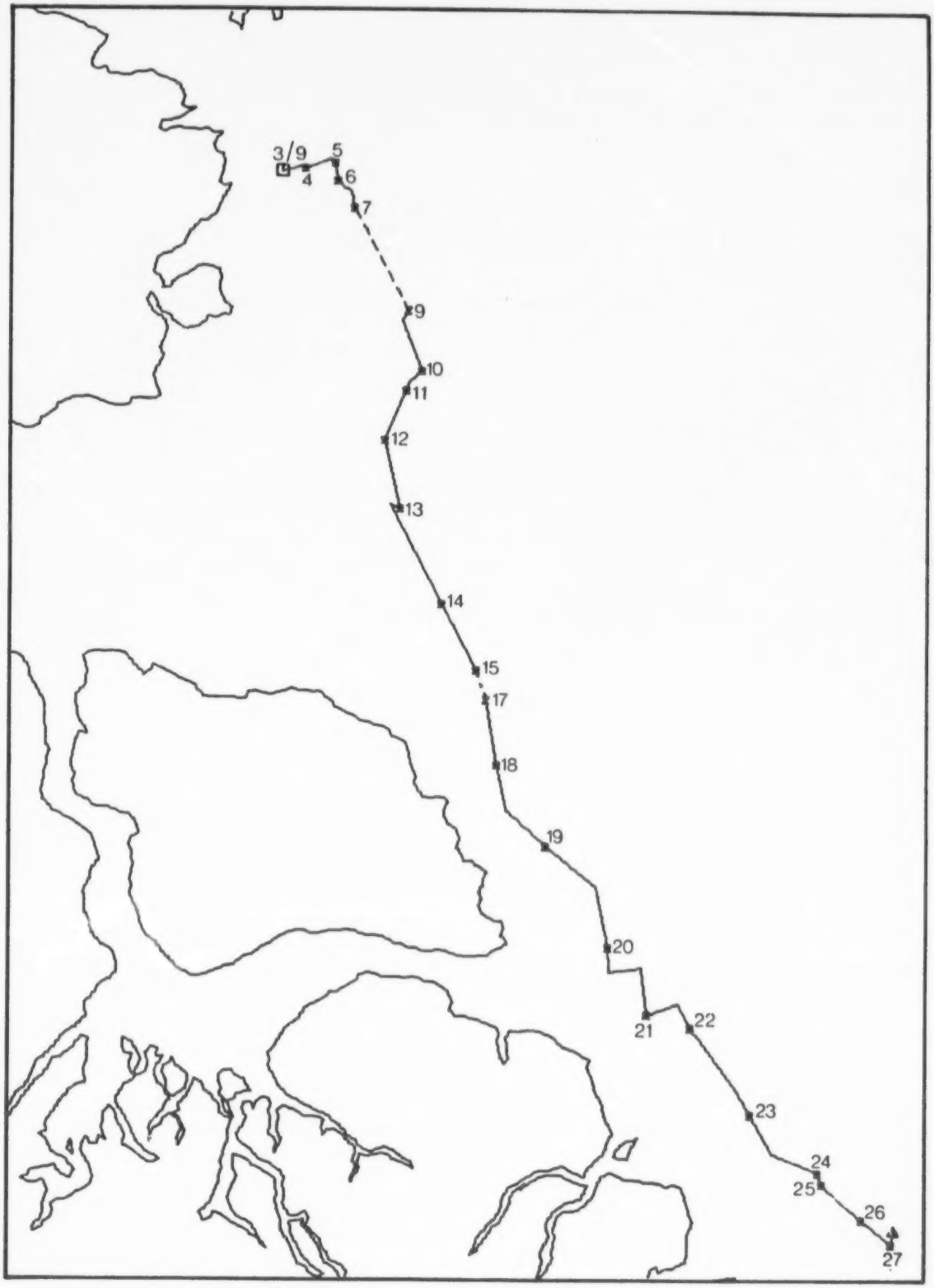


Figure 3.4.25 Trajectoire d'iceberg suivi par satellite: ID 1446, 3/9/79 au 27/9/78

pour lui permettre d'échapper à l'écoulement intrusif signalé près de l'entrée du détroit de Lancaster.

Région 2 - Est de l'île Devon

Les données sur les courants de surface confirment généralement l'existence d'un écoulement persistant en direction du sud-sud-ouest, d'une largeur de 25 km et dont le centre se situe à une distance comparable au large de la côte est de l'île Devon. Cet écoulement est normalement limité par un courant d'eau arctique froide près de la côte sortant du détroit de Lady Anne et par une région limitrophe à l'est caractérisée par des structures sinueuses et tourbillonnaires variables en fonction du temps (Figure 3.4.26). La configuration de la dérive des icebergs dans la partie centrale de ce courant est illustrée par les vitesses moyennes déterminées au radar (Figure 3.4.19). Les données sur la région de méandres complexes située à l'est de l'écoulement principal sont surtout tirées des résultats de poursuites par satellite (Figure 3.4.18) et d'observations aériennes (Figure 3.4.20). Les données satellite et radar (Figures 3.4.22 à 3.4.25, 3.4.27 et 3.4.28) illustrent des déviations caractéristiquement petites de l'important écoulement d'ensemble des icebergs en direction du sud-sud-ouest. On doit en particulier signaler la trajectoire de l'iceberg 1446 (Figure 3.4.25) qui, de toute évidence, s'est déplacé en direction du sud-sud-est du 7 au 10 septembre (d'environ 20 km par jour en moyenne) sans être entraîné par l'écoulement intrusif de l'entrée du détroit de Lancaster.

Région 3 - Courant intrusif de l'est du détroit de Lancaster

Les principales caractéristiques de l'intrusion dans le détroit de Lancaster sont bien établies d'après des mesures effectuées à l'aide de courantomètres amarrés et de dragues dérivantes dans la masse d'eau. Les enveloppes des trajectoires de la majorité des dragues dérivantes lâchées lors des expériences de 1979 (Figure 3.4.29) révèlent: a) l'étroite zone d'écoulement en direction de l'ouest-sud-ouest près du sud-est de l'île Devon; b) l'écoulement de retour en direction de l'est au nord de l'île Bylot et c) la zone entre ces deux écoulements où un courant en direction du sud traverse le détroit de Lancaster.

Deux configurations de l'écoulement sont représentées dans cette dernière région de traversée du détroit, l'une directement reliée à l'écoulement de sortie au nord de l'île Bylot et l'autre faisant intervenir une dérive en direction du sud-ouest vers la péninsule de Borden suivie de déplacements soit dans le réseau des détroits de Navy Board et d'Eclipse, soit suivant une boucle en direction du nord puis en direction de l'est et du sud jusque dans la mer de Baffin ou le détroit de Navy Board.

Le caractère convergent du courant intrusif ressort à l'examen des trajectoires radar de la figure 3.4.30. Comme nous l'avons vu précédemment à l'aide des données sur les icebergs suivis par satellite, l'emplacement et la largeur de l'étroite partie centrale

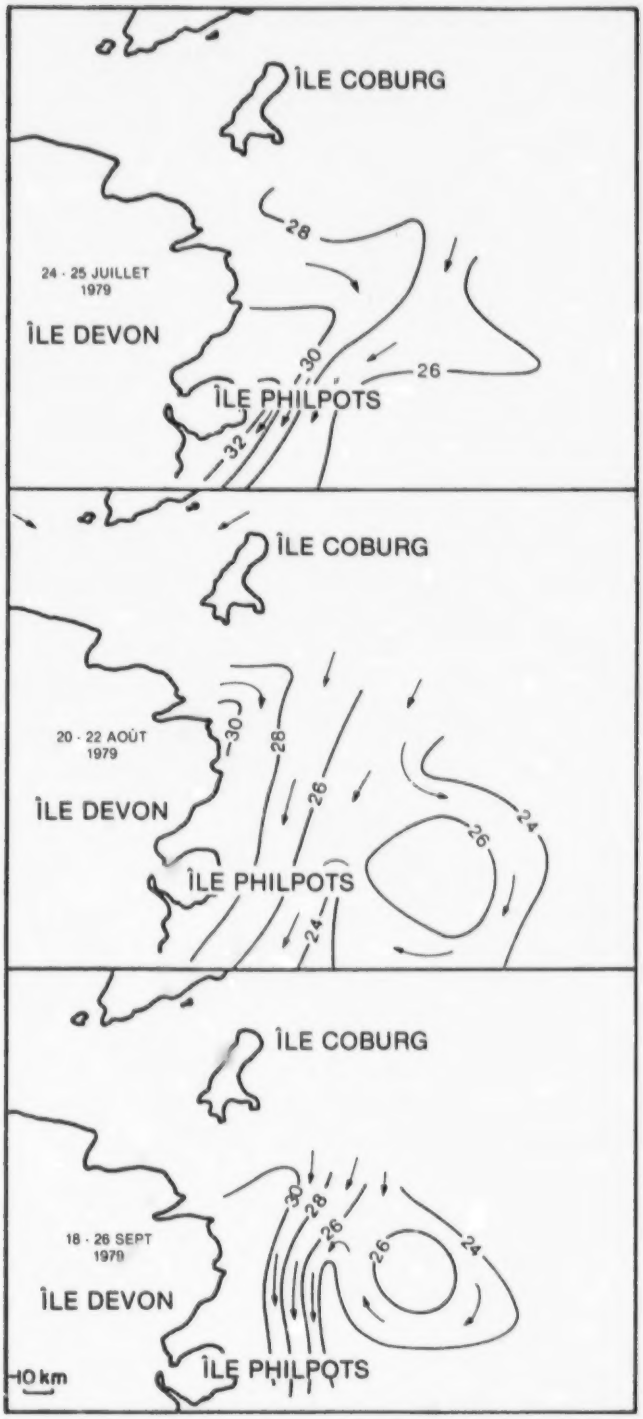


Figure 3.4.26 Données sur les courants de surface, été 1979 (hauteur dynamique en cm, niveau de référence 300 db) (Fissell, Lemon, Birch, 1980).

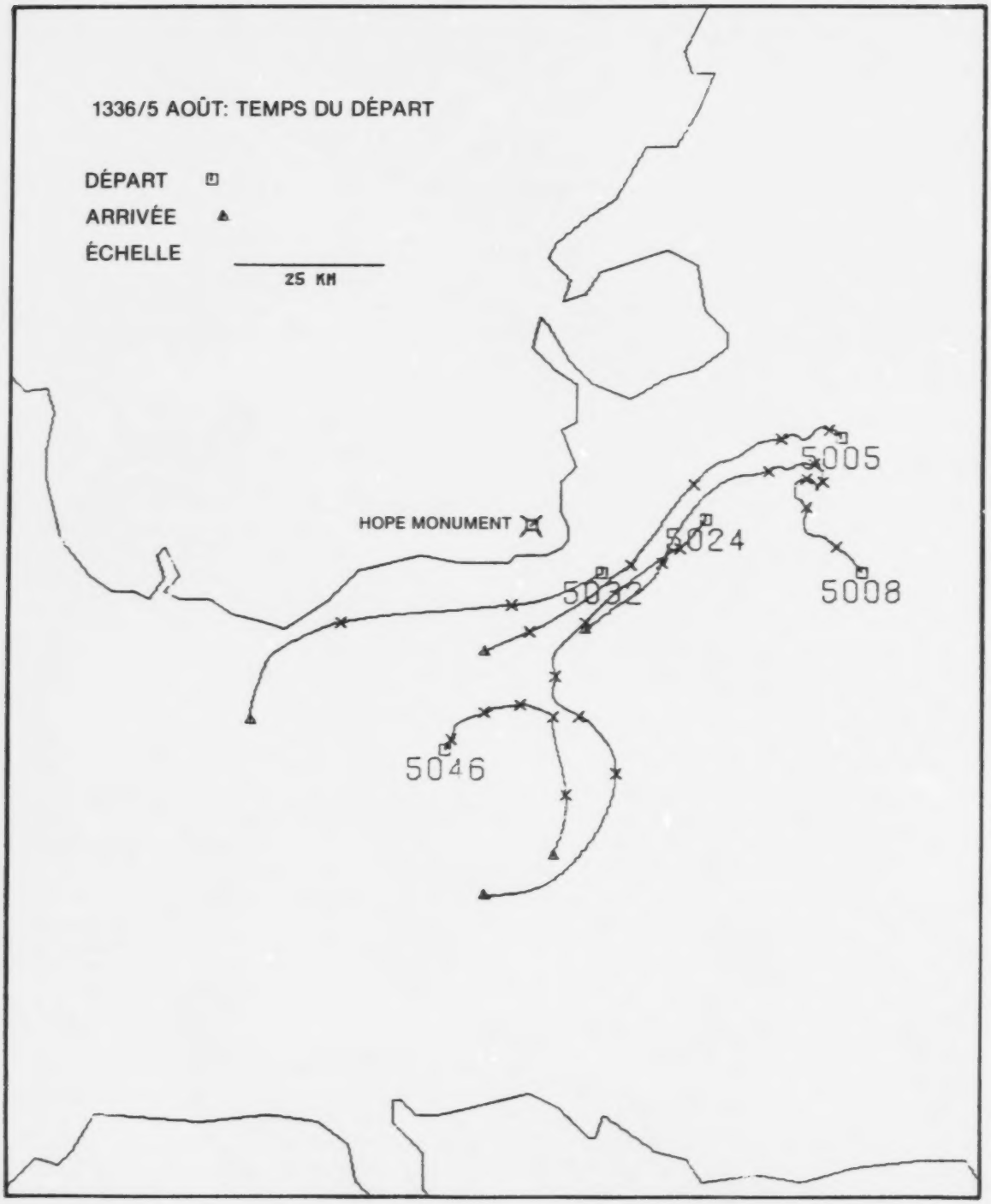


Figure 3.4.27 (a) Trajectoires d'icebergs suivis au radar du 5 au 11 août 1978 (de Lange Boom, MacNeill, Buckley, 1979).

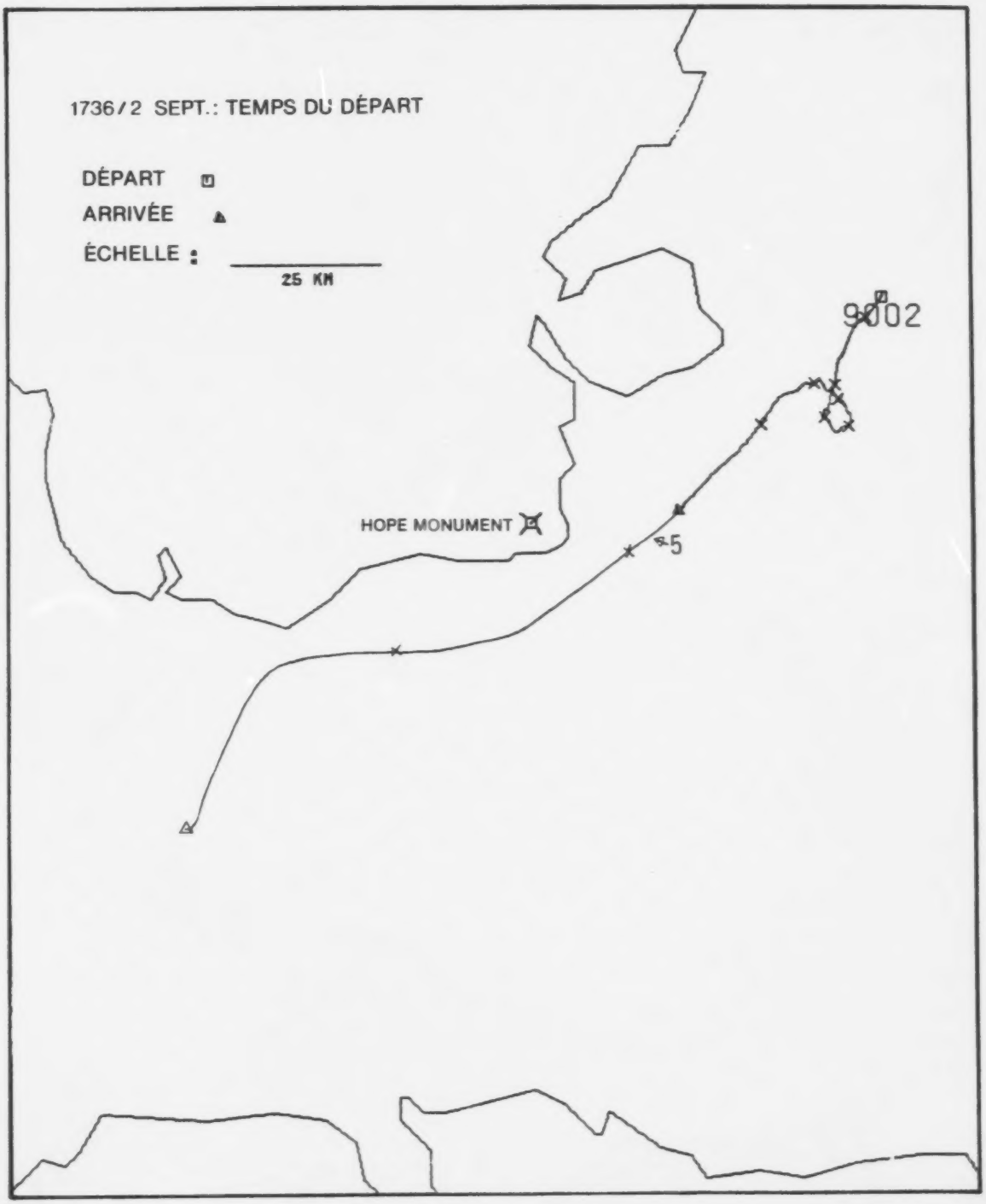


Figure 3.4.27 (b) Trajectoires d'icebergs suivis au radar du 2 au 8 septembre 1978 (de Lange Boom, MacNeill, Buckley, 1979).

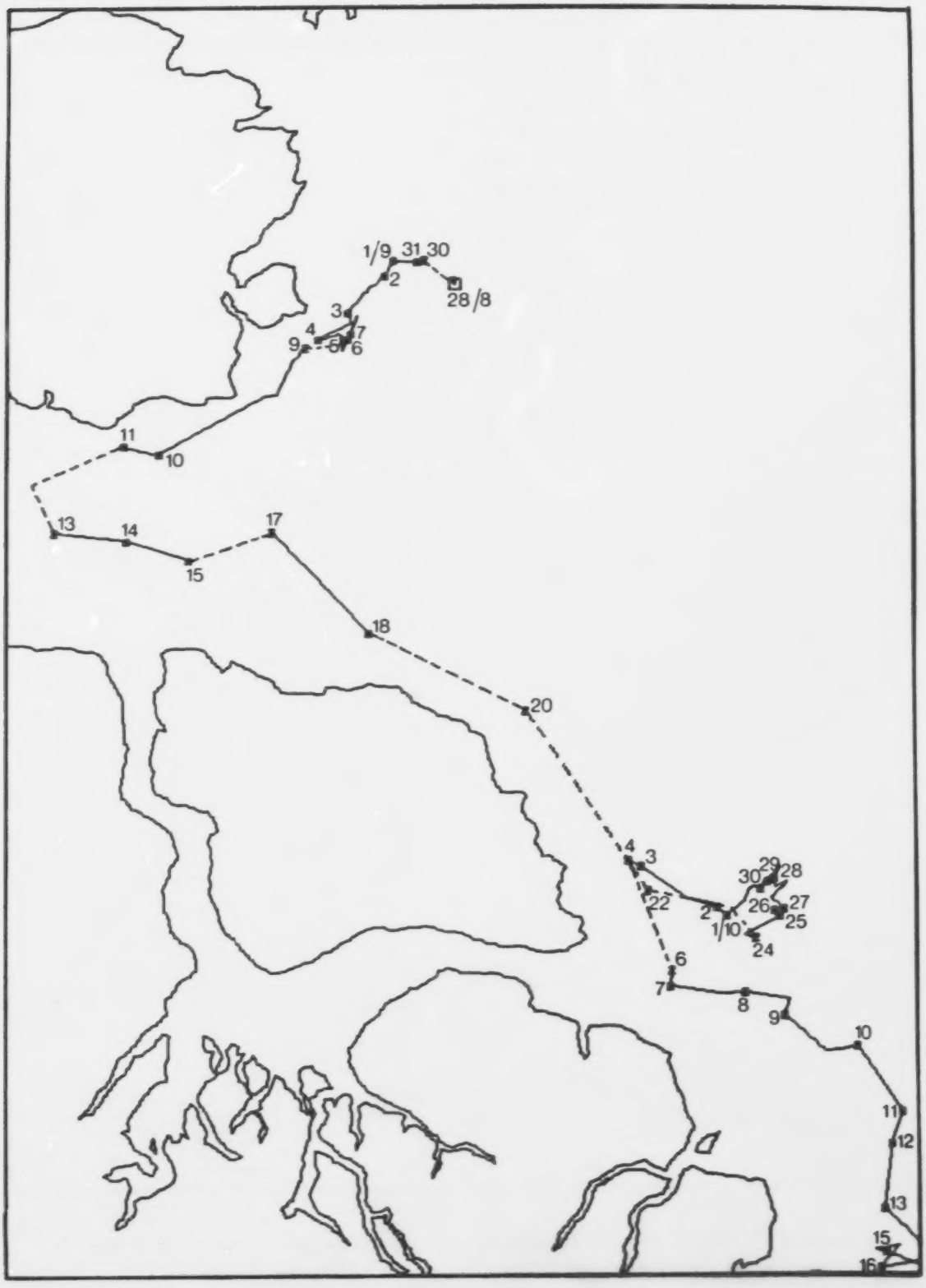


Figure 3.4.28 Trajectoires d'icebergs suivis par satellite - ID 1163, 38/8/78 au 22/12/78 (Fissell, 1980).

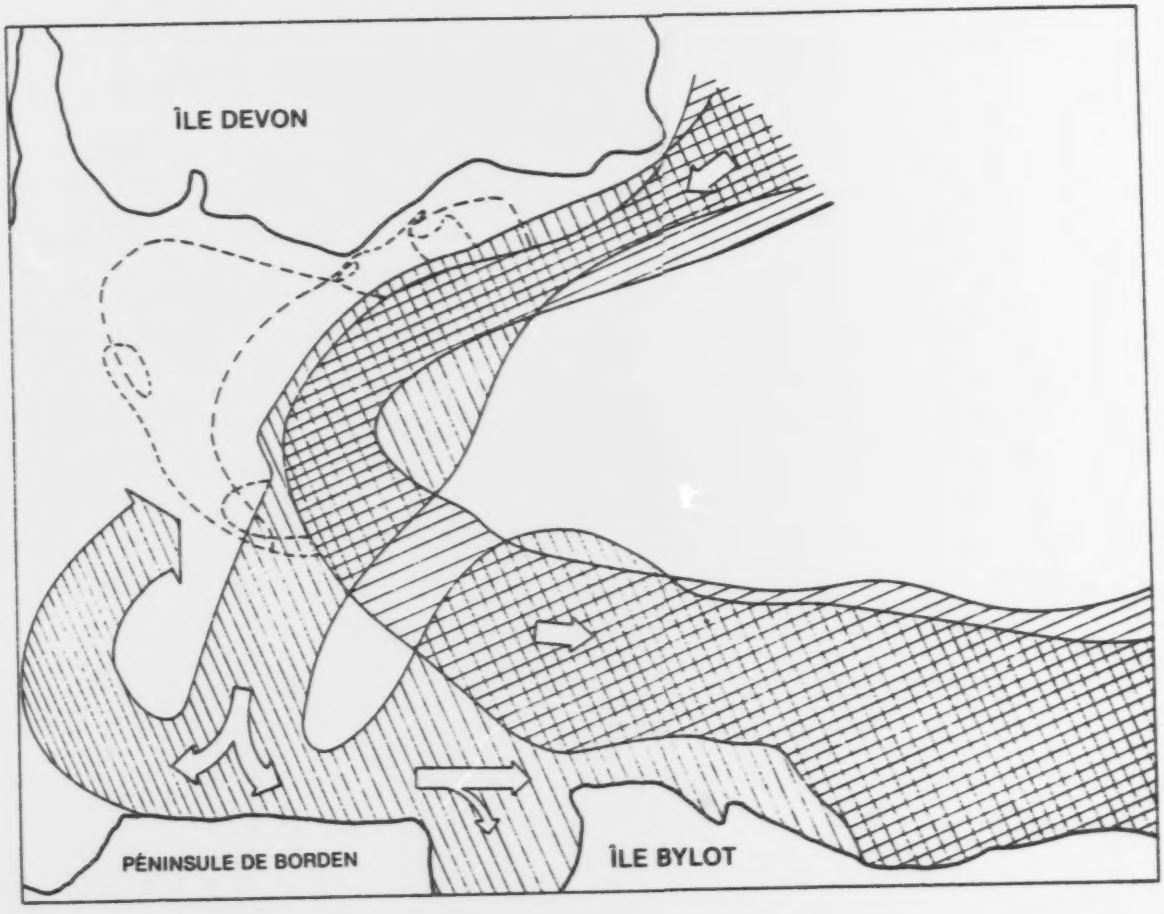


Figure 3.4.29 Enveloppes des trajectoires des dragues dérivantes de 1978. Les trajectoires ont été classées (Fissel, Lemon et Birch (1980)) suivant deux modes distincts. Des parties des trajectoires de quatre drogues qui se sont écartées d'une manière importante des modes identifiés sont également représentées.

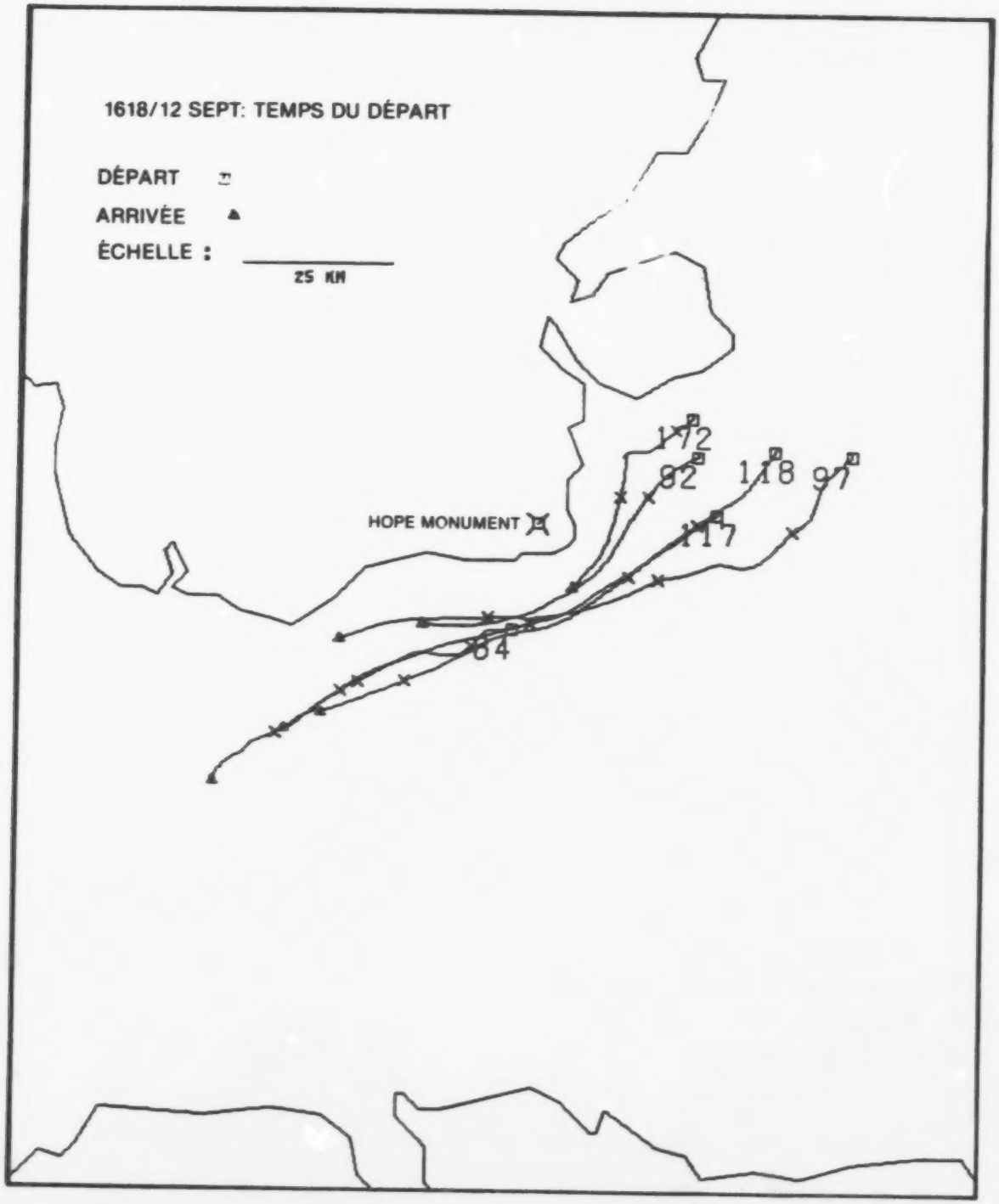


Figure 3.4.30 Trajectoires d'icebergs suivis au radar: 12 au 18 septembre 1978 (de Lange Boom, MacNeill, Buckley, 1979).

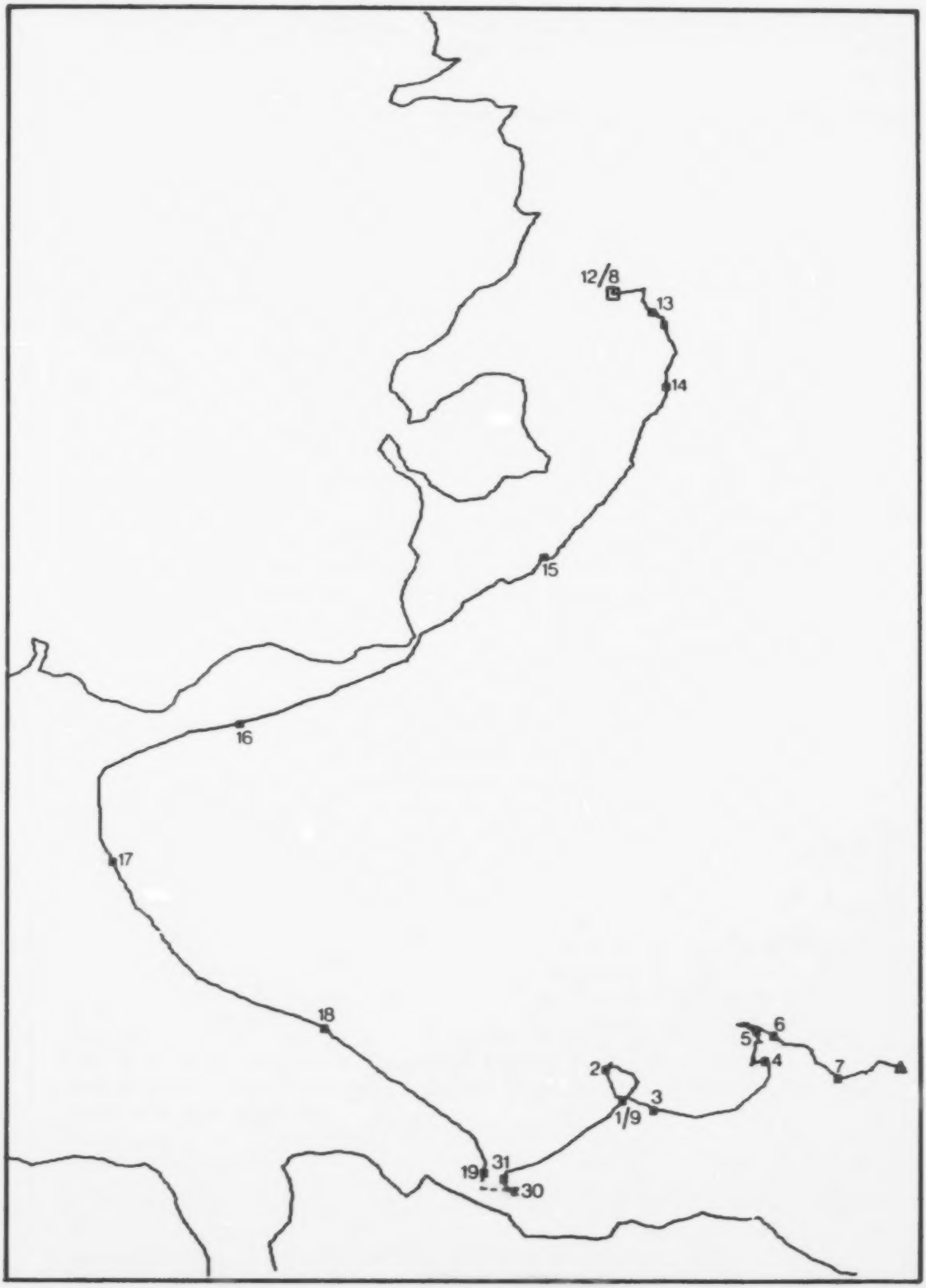


Figure 3.4.31 Trajectoire d'un iceberg suivi par satellite: ID 1990, 12/8/79 au 7/9/79 (Fissell, 1980).

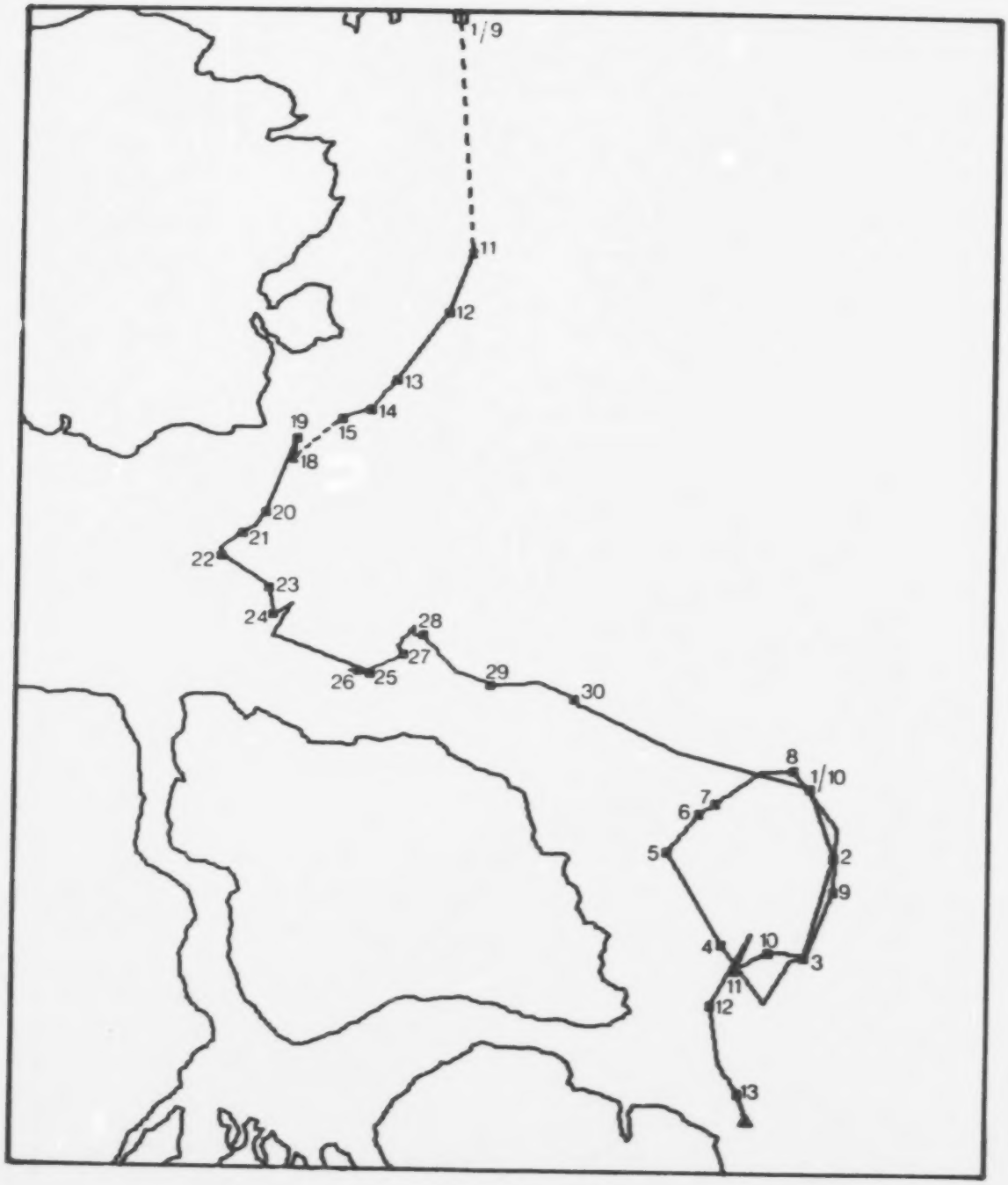


Figure 3.4.32 Trajectoire d'un iceberg suivi par satellite: ID 1223, 1/9/78 au 13/10/78 (Fissell, 1980).

de la zone d'écoulement des icebergs varient en fonction du temps (voir Figure 3.4.27(a). Les vitesses caractéristiques dans cette zone sont de l'ordre de 50 km/jour (Figures 3.4.18 et 3.4.20) (Les plus petites valeurs de la figure 3.4.19 reflétant sans doute une réduction de la vitesse à laquelle on peut s'attendre en mesurant des déplacements nets pour des périodes d'un jour ou plus). Comme l'indique la configuration de la vitesse moyenne, les icebergs entraînés par l'écoulement intrusif pénètrent généralement dans le détroit de Lancaster au moins jusqu'à la longitude du cap Warrender en suivant des trajectoires analogues à celles représentées à la figures 3.4.28. La variation de ce comportement, précédemment notée dans le cas d'une majorité des trajectoires observées en 1978 (Figure 3.4.16), résulte vraisemblablement d'une pénétration fortuite d'icebergs dans le courant convergent du sud-est de l'île Devon qui coïncide avec la présence de vents dont la vitesse, la direction et la durée se combinent pour dévier l'écoulement normal dans la zone désordonnée centrale adjacente (Figure 3.4.21). Les icebergs qui seront le plus vraisemblablement ainsi déviés sont ceux qui se déplacent dans la partie extérieure ou sud du courant concentré du sud-est de l'île Devon. Des exemples d'une telle déviation sont présentés à la figure 3.2.27(a) (iceberg 5024) et à la figure 3.4.32.

D'autres déviations par rapport à la configuration principale de la dérive se produisent dans la région de traversée où les données sur les courants et les vitesses moyennes de dérive des icebergs de la figure 3.4.19 suggèrent la possibilité que l'écoulement en direction du sud-ouest se prolonge jusqu'aux environs de la péninsule de Borden. Des déplacements subséquents pourraient entraîner les icebergs dans la partie centrale du détroit de Lancaster (Région 7). Malheureusement, peut-être en raison des limites de portée, aucune preuve concluante de tels déplacements d'icebergs n'a pu être dégagée des données radar. Le seul iceberg suivi par satellite qui se soit approché de la péninsule de Borden par la trajectoire sud-ouest dont on suppose l'existence (voir Figure 3.4.17), a en réalité pénétré dans la région de traversée par la zone désordonnée centrale et est rapidement sorti du détroit de Lancaster par l'écoulement côtier. Les seuls cas documentés (2) de pénétration dans la partie centrale du détroit de Lancaster se sont produits en 1978, les points de pénétration se situant dans la moitié nord du détroit à l'ouest-sud-ouest du cap Warrender. Semblablement la pénétration d'aucun iceberg dans le détroit de Navy Board n'a été observée.

La partie du retour des icebergs entraînés dans l'écoulement intrusif, est très bien documentée au moyen d'ensembles de données sur les vitesses moyennes (Figures 3.4.18 à 3.4.20), de trajectoires détaillées (Figures 3.4.22, 3.4.31 et 3.4.32) et de configurations hebdomadaires vérifiées des déplacements (Figure 3.4.33) (NORDCO, 1979). Les vitesses quotidiennes typiques de déplacement varient de 25 à 35 km/jour et des zones caractéristiques où les trajectoires font des boucles existent au nord du cap Liverpool et à l'est du cap Fanshawe. Ces dernières caractéristiques, ainsi que la

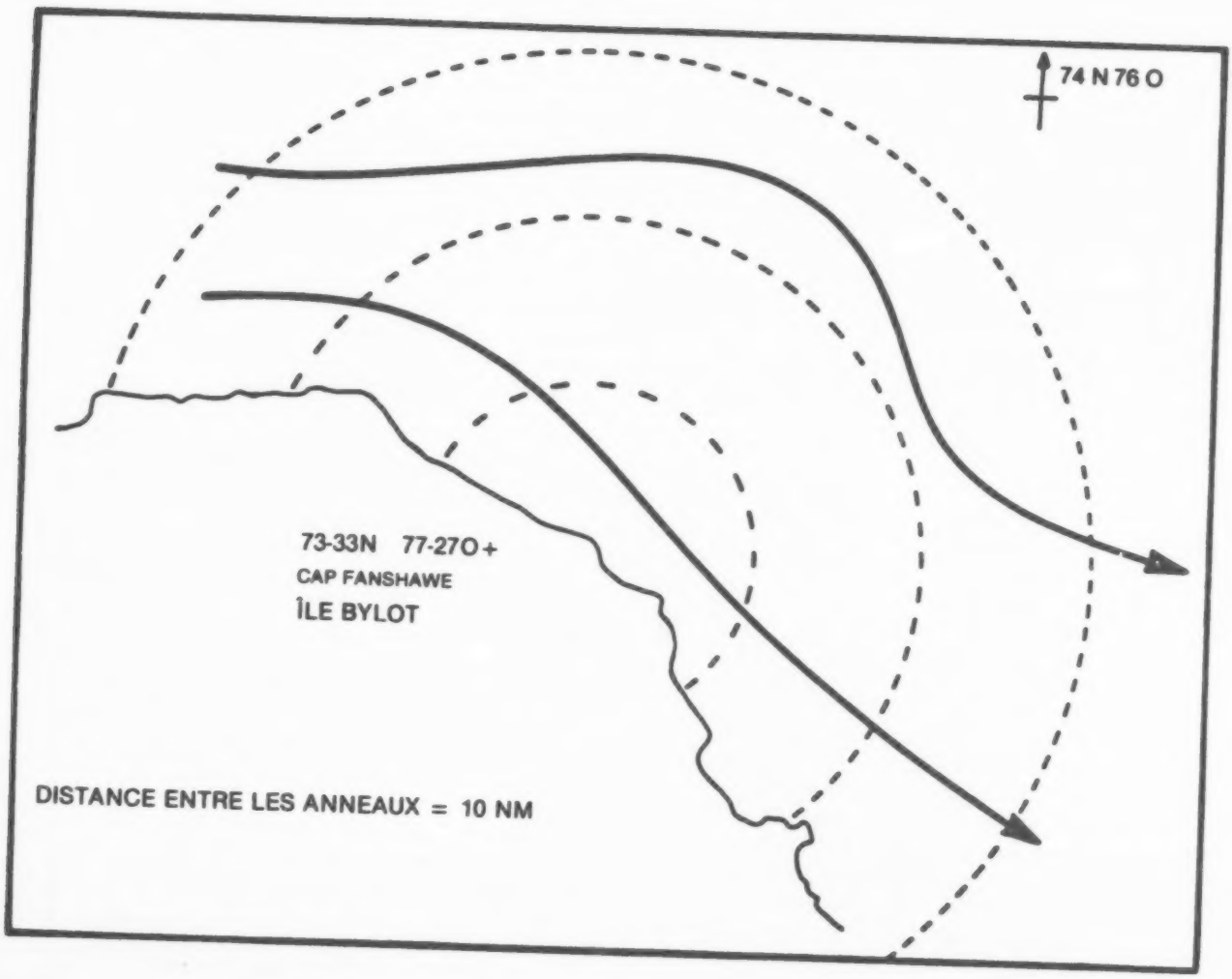


Figure 3.4.33 (a) Configuration générale de la dérive des icebergs, 13 au 27 juillet (NORDCO, 1979).

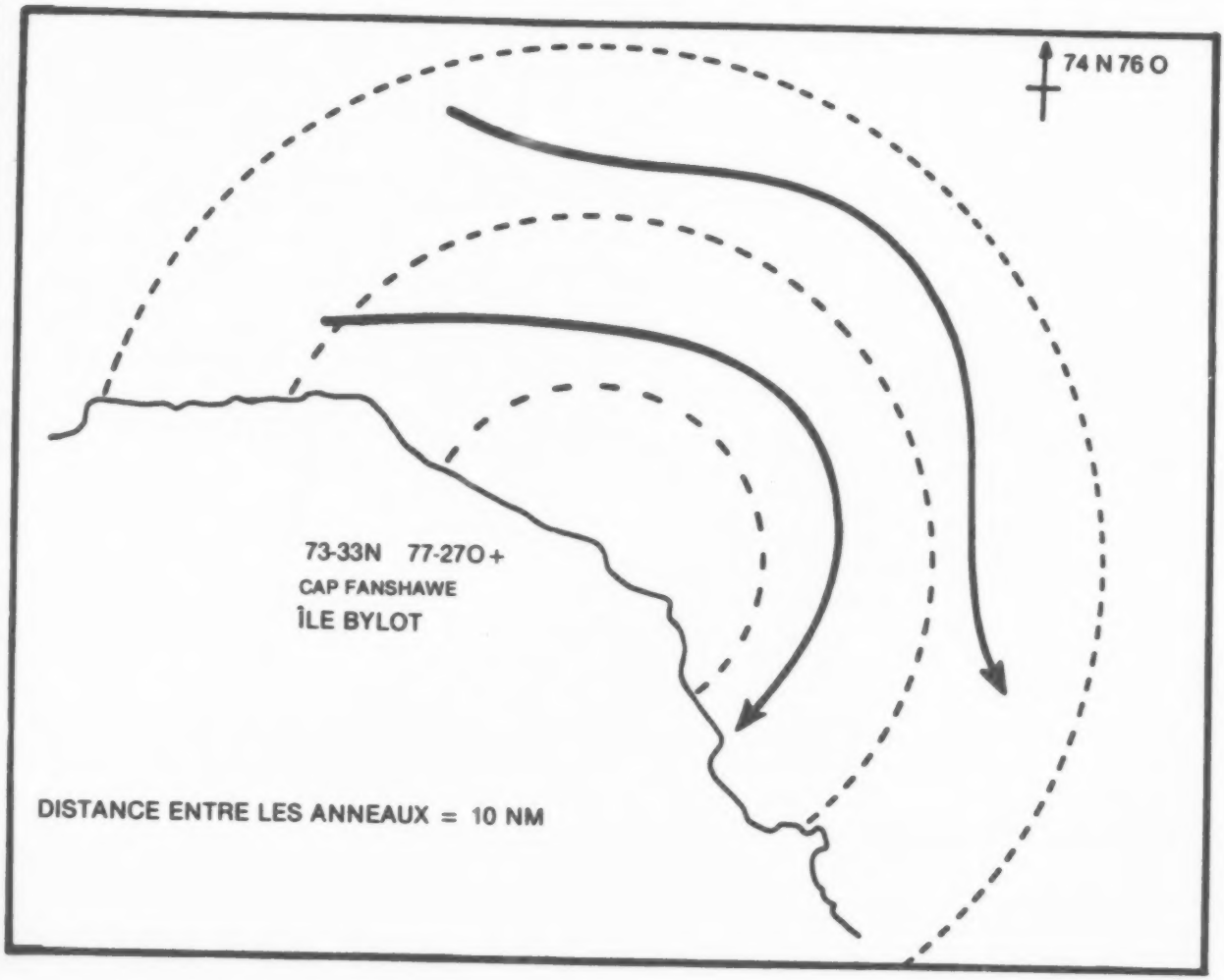


Figure 3.4.33 (b) Configuration générale de la dérive des icebergs, 28 août au 3 août (NORDCO, 1979).

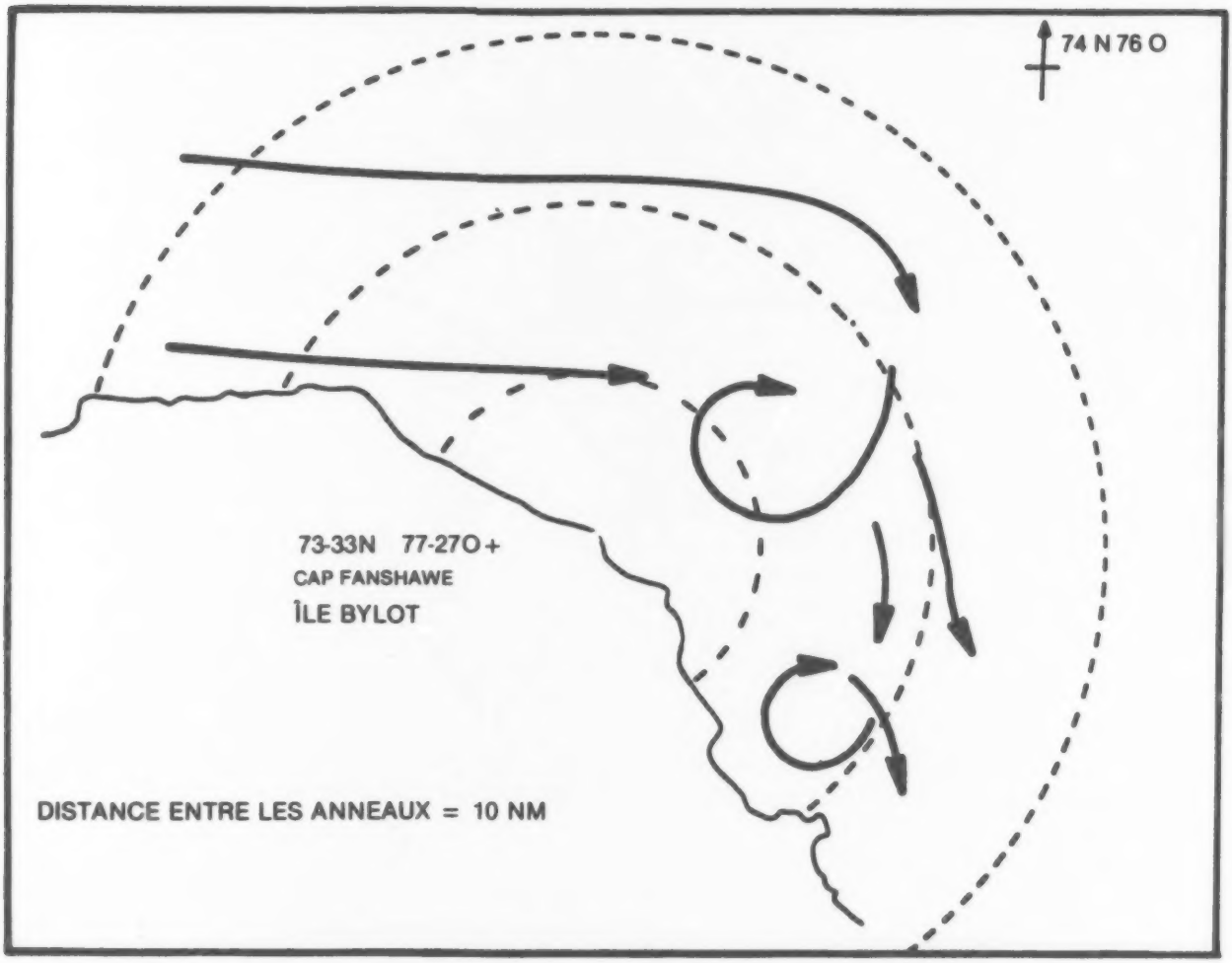


Figure 3.4.33 (c) Configuration générale de la dérive des icebergs, 4 au 10 août (NORDCO, 1979).

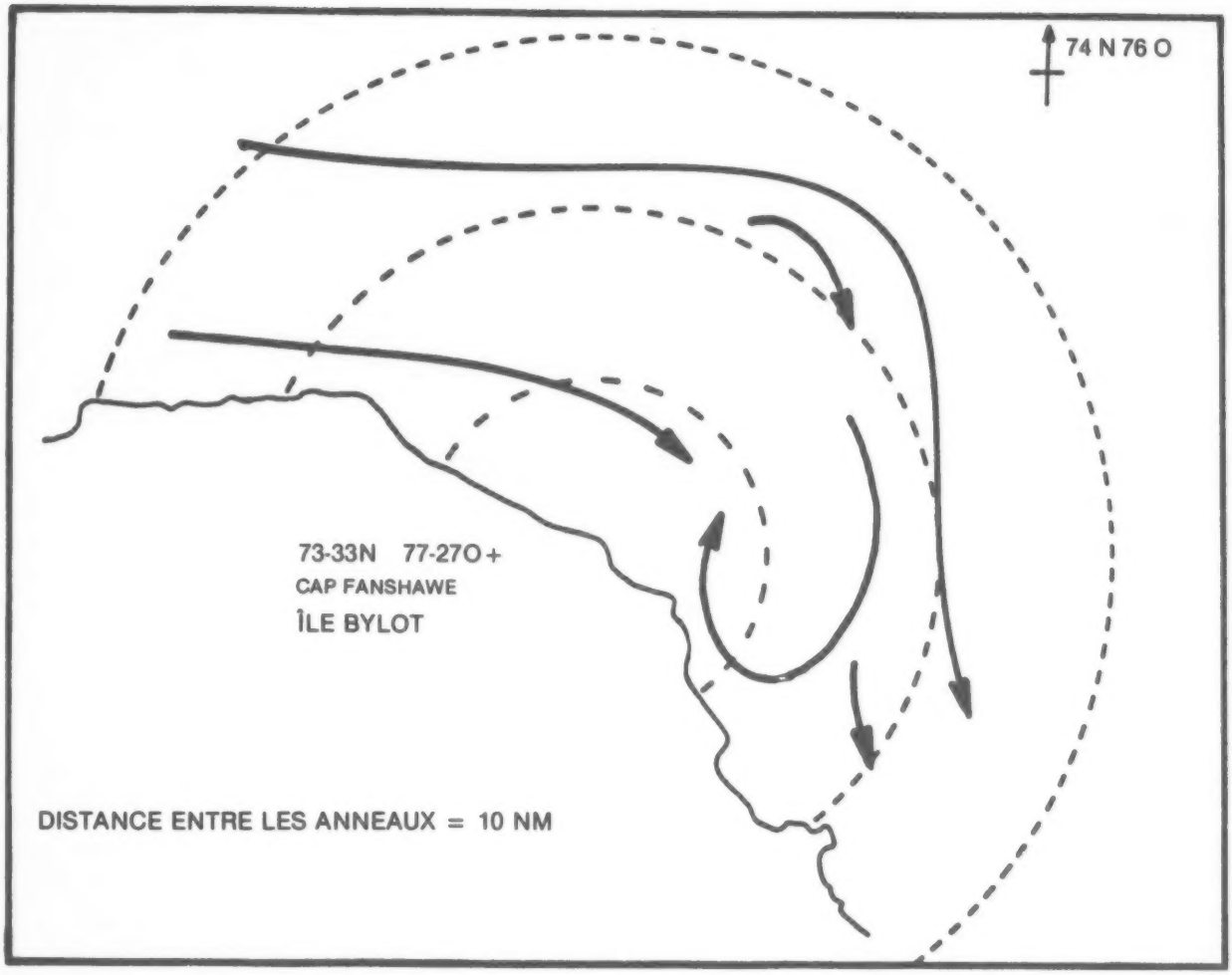


Figure 3.4.33 (d) Configuration générale de la dérive des icebergs, 11 au 17 août (NORDCO, 1979).

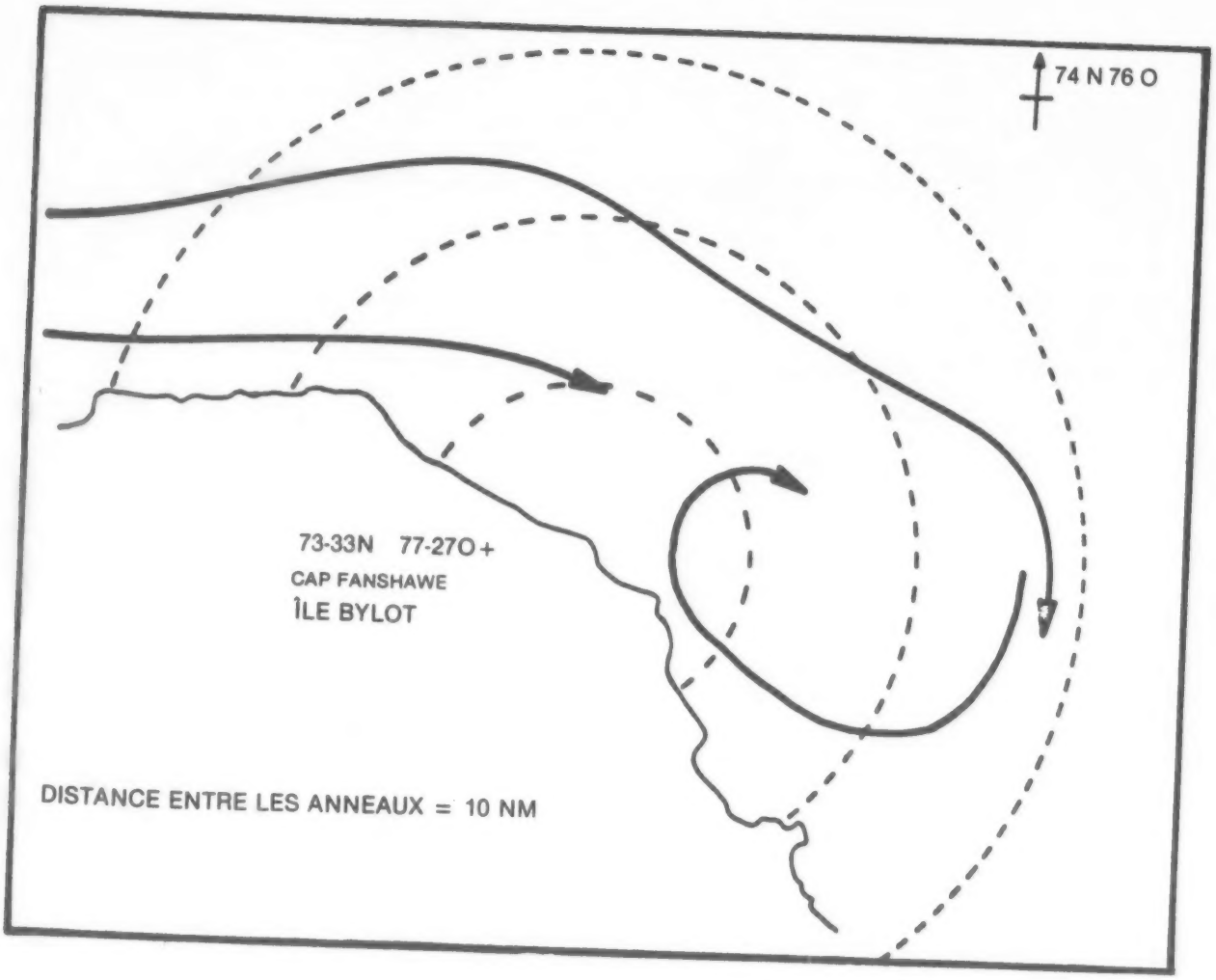


Figure 3.4.33 (e) Configuration générale de la dérive des icebergs, 18 au 24 août (NORDCO, 1979).

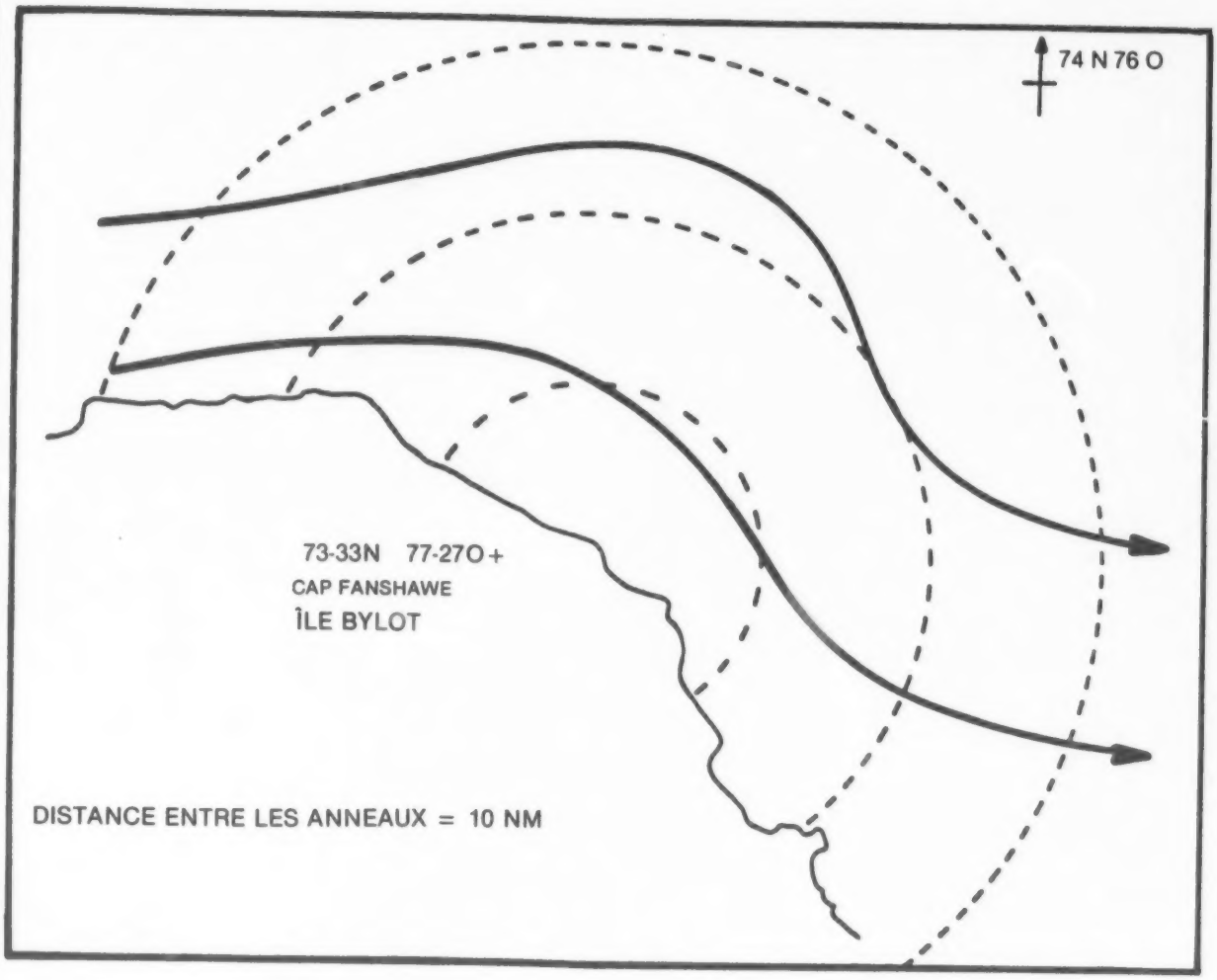


Figure 3.4.33 (f) Configuration générale de la dérive des icebergs, 25 au 31 août (NORDCO, 1979).

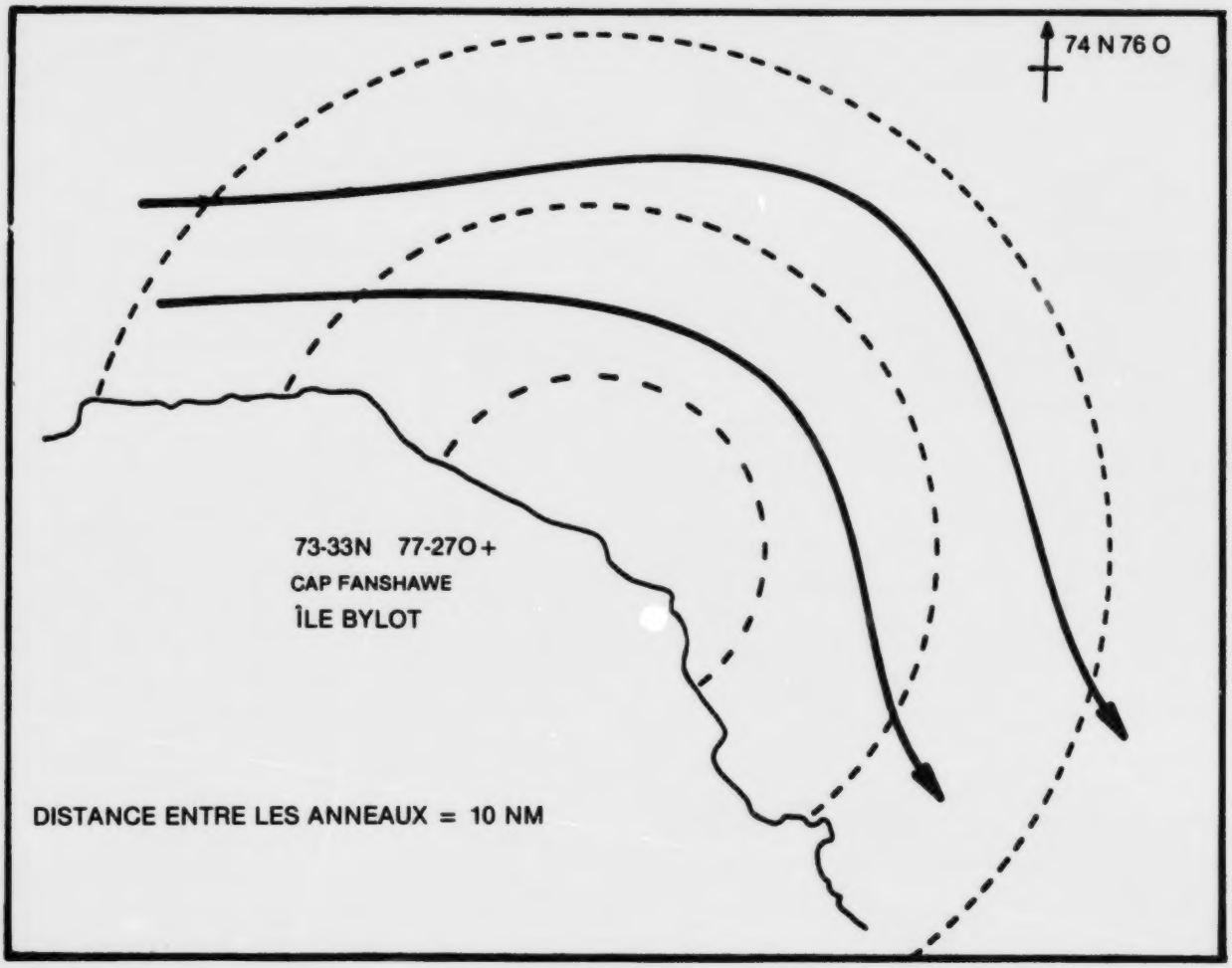


Figure 3.4.33 (g) Configuration générale de la dérive des icebergs, 1er au 7 septembre (NORDCO, 1979).

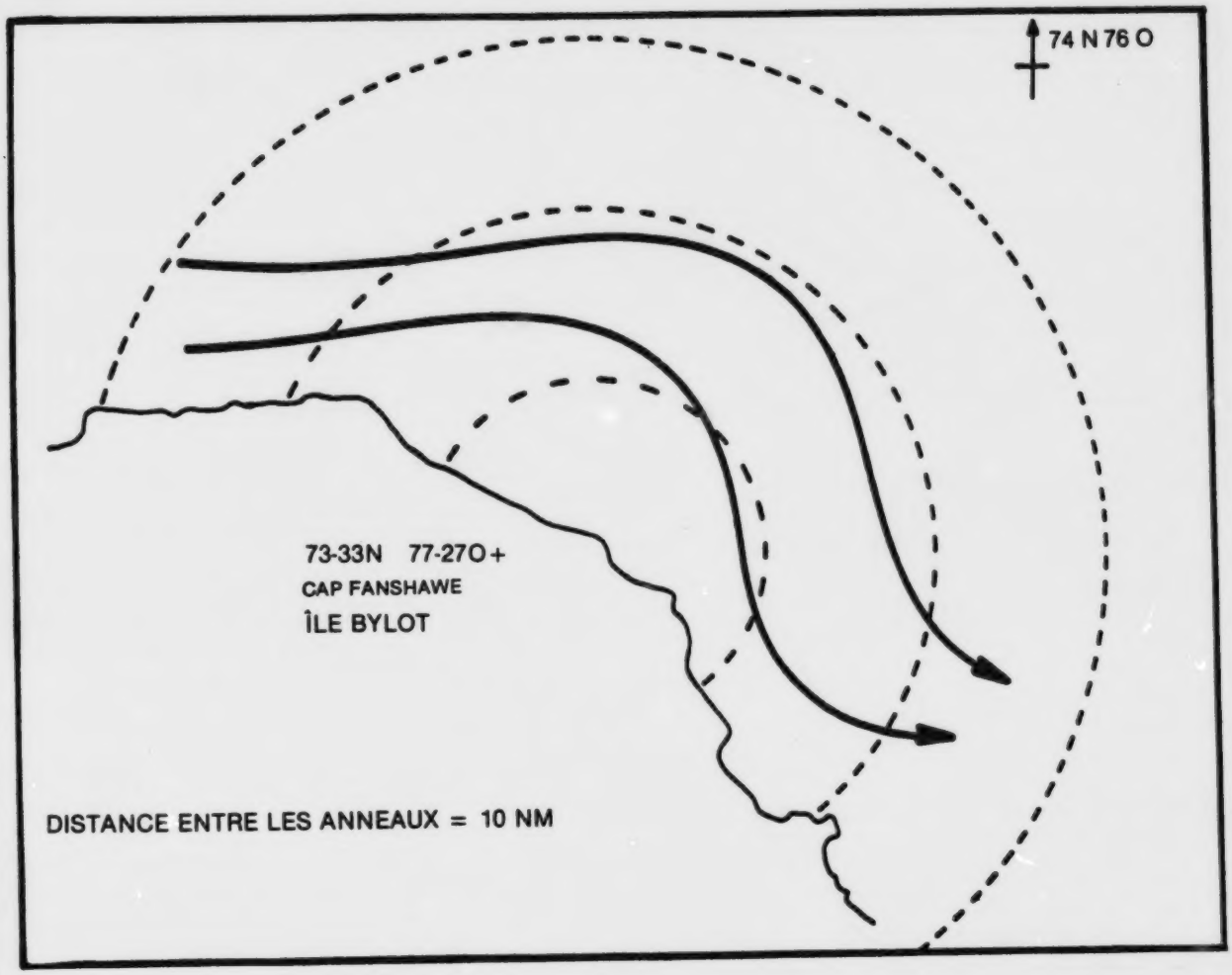


Figure 3.4.33 (h) Configuration générale de la dérive des icebergs, 8 au 14 septembre (NORDCO, 1979).

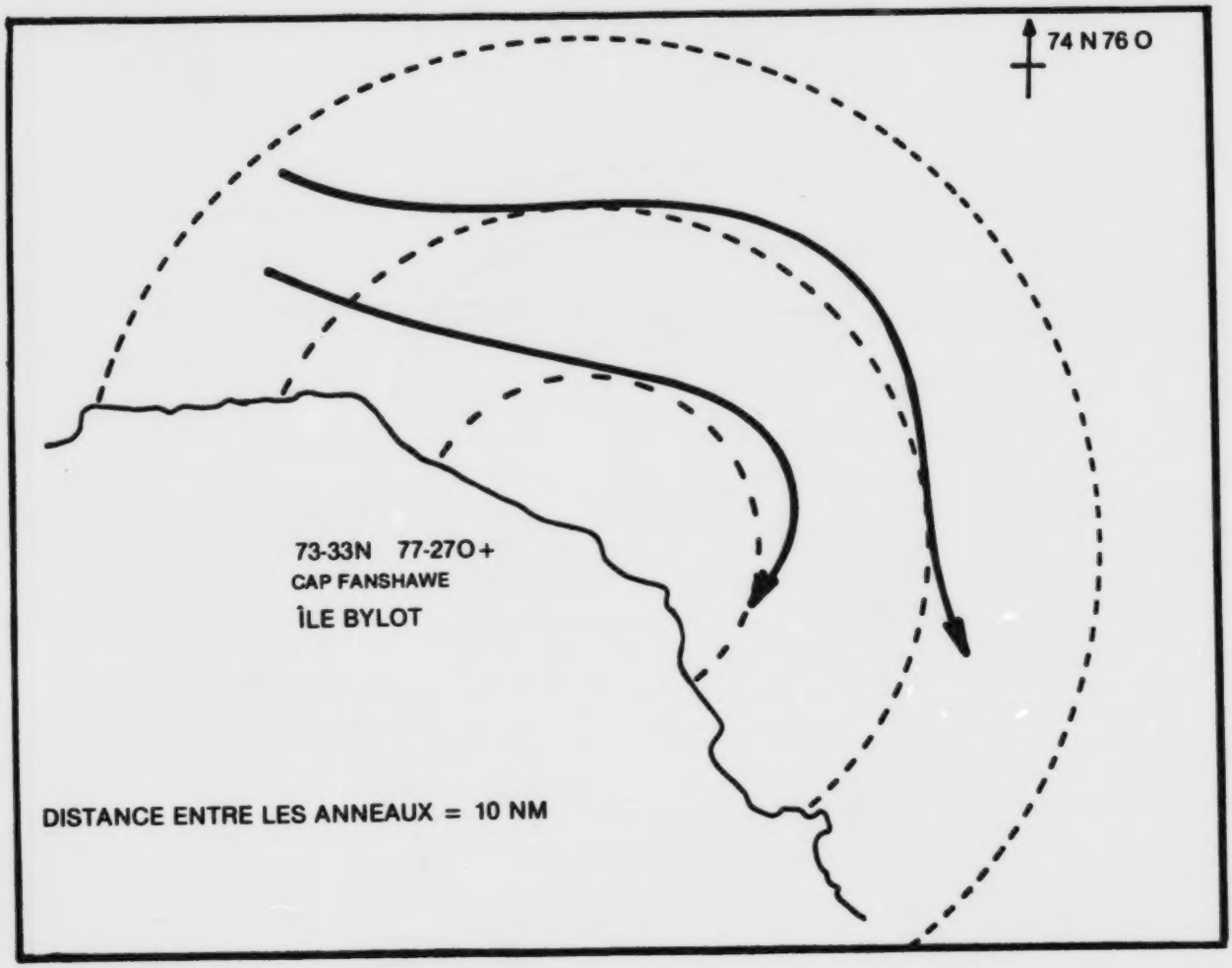


Figure 3.4.33 (i) Configuration générale de la dérive des icebergs, 15 au 21 septembre (NORDCO, 1979).

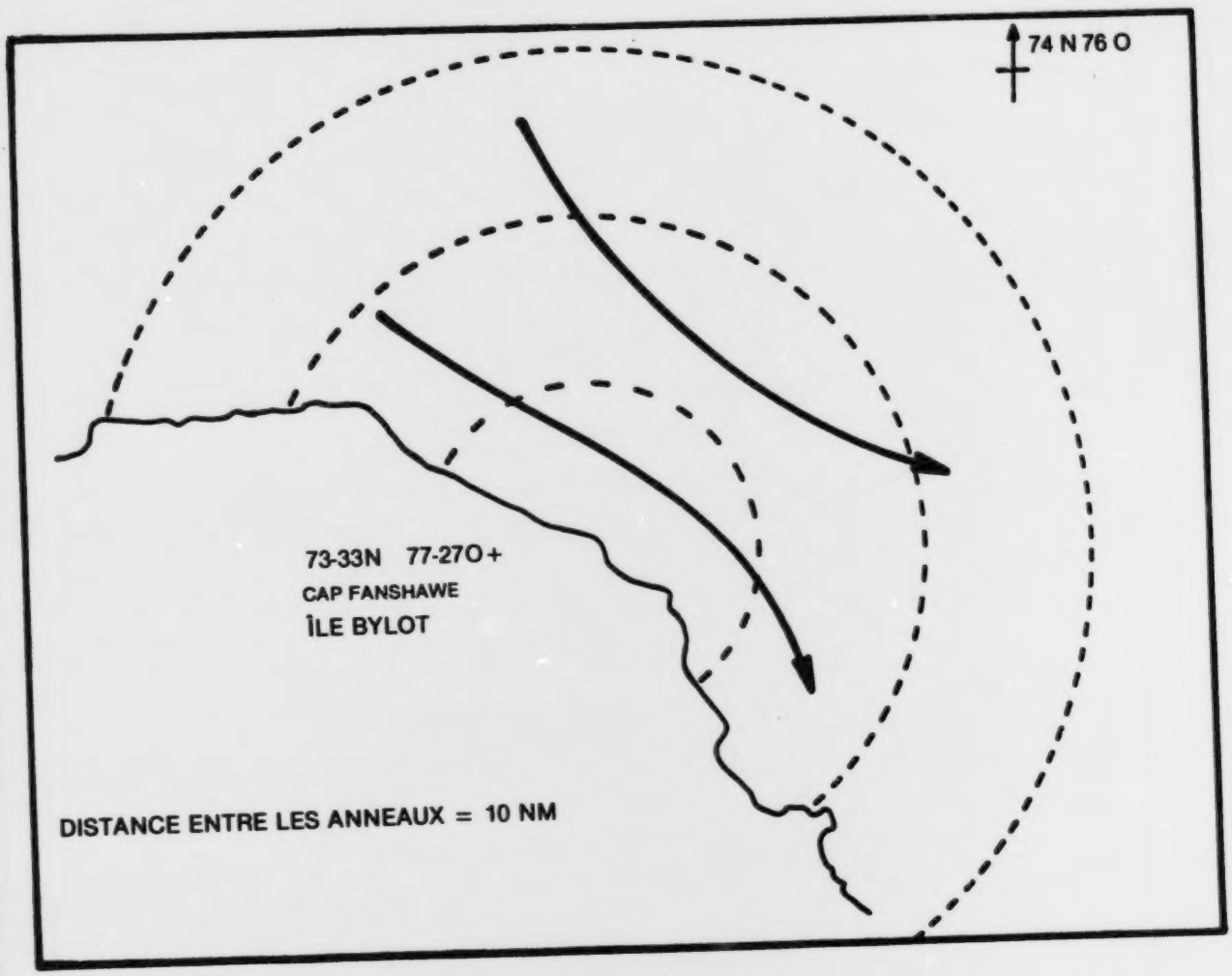


Figure 3.4.33 (j) Configuration générale de la dérive des icebergs, 22 au 28 septembre (NORDCO, 1979).

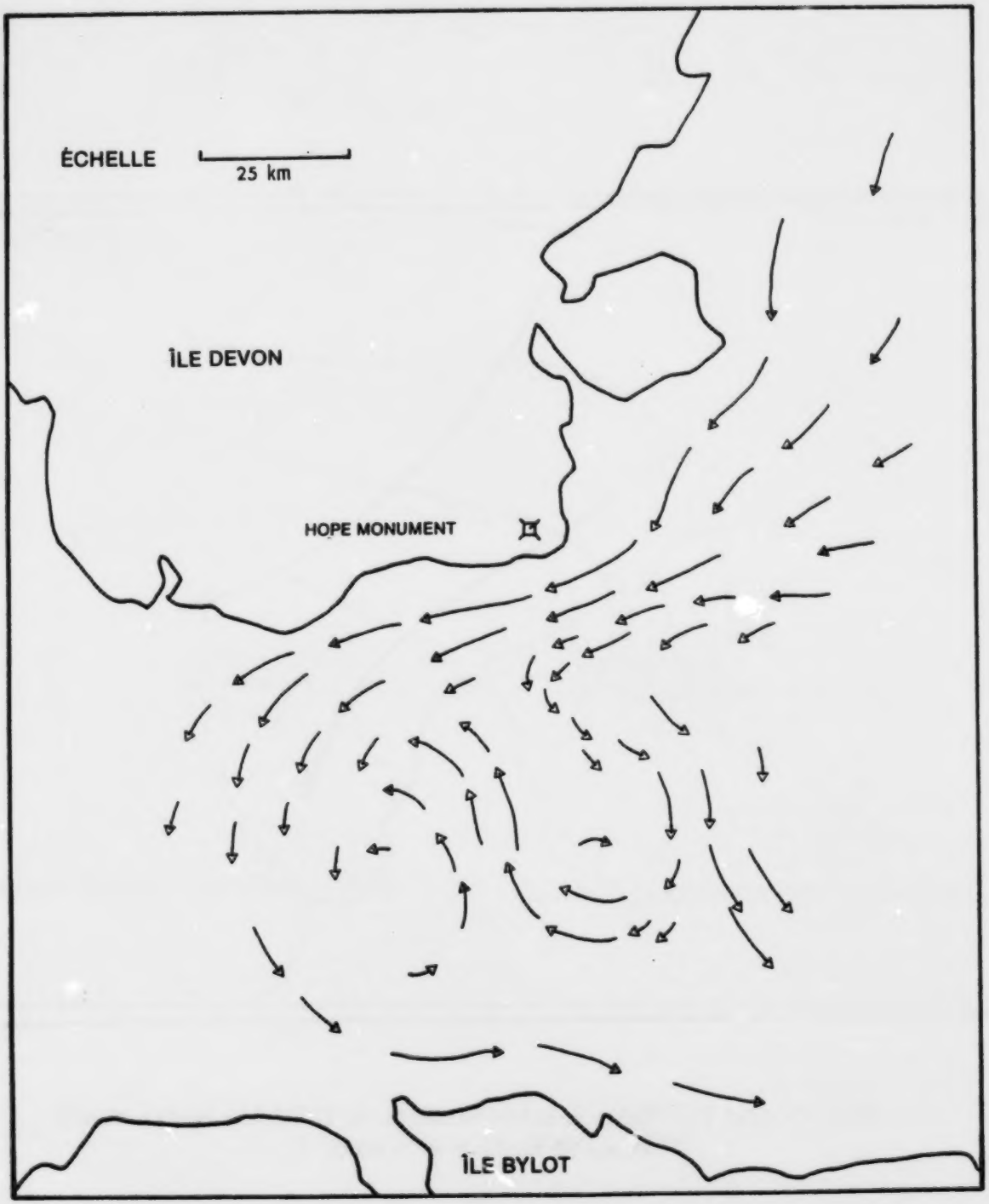


Figure 3.4.34 Une configuration générale de la circulation des icebergs déduite de données sur des icebergs suivis au radar (de Lange Boom, MacNeill, Buckley, 1979).

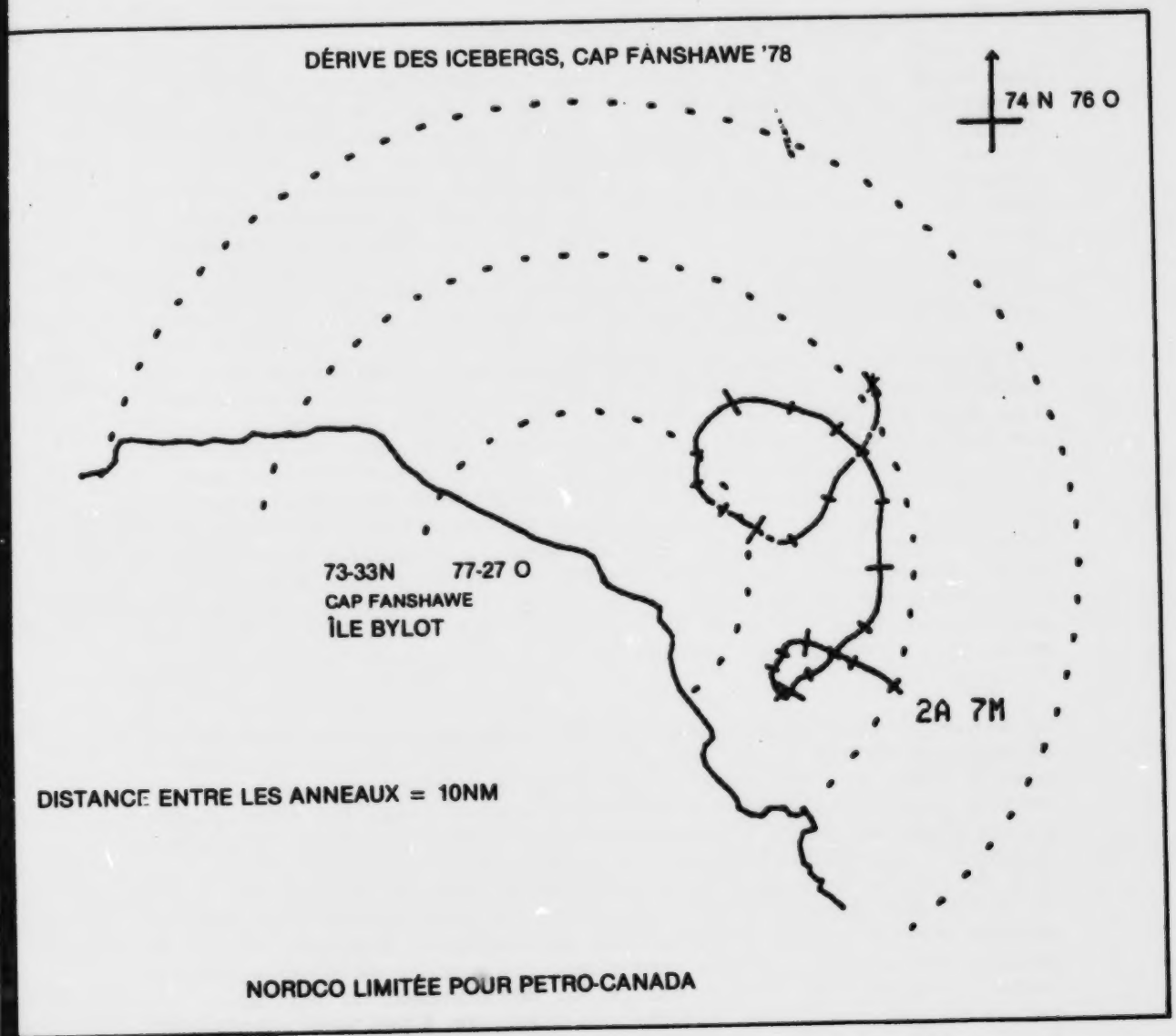


Figure 3.4.35 Trajectoire d'iceberg suivi au radar: ID 02A07, 1978

direction de l'écoulement varient beaucoup dans le temps et sont tout autant déterminantes quant à la rectitude du retour subséquent au déplacement en direction du sud, dans la zone tourbillonnaire adjacente à l'est de l'île Bylot (Zone 5).

Région 4 - Zone désordonnée centrale

Dans cette région, où l'écoulement est faible et variable les 300 m supérieurs de la colonne d'eau ne semblent animés que par des déplacements nets peu importants. Les vitesses du courant et des dragues dérivantes sont généralement faibles et il existe de nombreux indices de l'existence de déplacements transitoires en forme de boucles ou tourbillonnaires, tant dans le sens horaire que dans le sens antihoraire. Il est important de signaler qu'aucune des dragues dérivantes qui ont pénétré dans cette zone n'en est sortie par le nord ou par l'ouest, ce qui implique une tendance générale de la dérive en direction de l'est et du sud.

Les ensembles les plus complets de données sur la dérive des icebergs dans cette région sont ceux obtenus de la station radar de Hope Monument (de Lange Boom et al). Les vitesses moyennes correspondantes (Figure 3.4.19) suggèrent l'existence d'une tendance distincte à la dérive en direction sud dans le secteur, tandis qu'un écoulement giratoire net prévaut à l'ouest. Toutefois, quoiqu'on ait déduit dans une analyse antérieure (de Lange Boom, MacNeil et Buckley 1979) l'existence de deux écoulements giratoires adjacents et de sens opposé (voir Figure 3.4.34) qui caractériseraient la circulation désordonnée dans cette région, il n'existe que peu de preuves concrètes à l'appui de l'existence permanente de ces structures au niveau des données sur les trajectoires (voir Figures 3.4.16 et 3.4.17).

Le mouvement désordonné dans cette zone semblerait plutôt dépendre de vents en surface et de vitesses faibles ou modérées et variables dans le temps de l'écoulement dans la partie supérieure de la colonne d'eau. Ces derniers facteurs pourraient être les principaux agents responsables de l'extraction des icebergs du courant intrusif adjacent. Les estimations de l'importance de l'influence du vent sont difficiles en raison de l'insuffisance générale des données sur le régime des vents au large. Néanmoins certains indices tirés des données sur les trajectoires suivies par satellite suggèrent la possibilité que les icebergs continuent fréquemment de dériver, dans toute la région dont la circulation est désordonnée, ou dans une partie de cette dernière, suivant une direction à peu près parallèle à celle de leur dérive au moment où ils pénètrent dans cette région. Des exemples d'une telle dérive aux limites nord et est de la région sont illustrés aux figures 3.4.23, 3.4.27 (a) et 3.4.32. Ces comportements peuvent être associés à l'existence de degrés minimums de persistance et de force de champs de vent capable d'extraire des icebergs de l'écoulement intrusif. Ces degrés peuvent être assez élevés pour qu'en général un iceberg extrait continue de suivre le vent jusqu'à ce qu'il sorte de la zone perturbée.

Région 5 - Zone tourbillonnaire de l'est de l'île Bylot

Parmi les caractéristiques importantes de la circulation de l'eau dans cette région, on peut mentionner la continuation de la séparation entre le courant circulant le long de la côte de l'île Bylot, signalée dans le secteur adjacent de la région 3, et la présence de tourbillons quasi stationnaires dans la région se prolongeant jusqu'à environ 70 km à l'est de la côte de l'île Bylot. Les deux principaux emplacements où l'on trouve ces tourbillons sont situés à environ 20 km au nord-est du cap Fanshawe et à quelque 24 km au nord-est du cap Birney. Si l'on exclut les périodes tourbillonnaires, les déplacements nets de drogues dérivantes dans la région varient généralement de 25 à 50 km/jour et s'effectuent en direction du sud-est.

Les résultats de poursuites par satellite et par la station radar du cap Fanshawe révèlent essentiellement des caractéristiques analogues quant à la dérive des icebergs. (Voir par exemple les configurations hebdomadaires de la Figure 3.4.33 et les trajectoires des Figures 3.4.32 et 3.4.35). Les périodes de rotation mentionnées (8 à 10 jours) sont typiques tout comme les emplacements des tourbillons. La trajectoire présentée à la figure 3.4.25 illustre bien la possibilité de passages d'icebergs rapides et directs en direction du sud-est près de la côte à la hauteur de la zone primaire de tourbillons.

Région 6 - Est de la terre de Baffin

Les données océanographiques (Fissel Lemon et Birch 1980) recueillies à l'est de l'île Bylot et de la terre de Baffin indiquent que le courant de Baffin (ou le courant canadien) qui prend forme au sud de l'extrémité est du Pond Inlet apparaît comme une entité raisonnablement bien définie près du 72°30'. Des vitesses moyennes du courant de l'ordre de 15 à 20 km/jour en direction du sud-est ont été signalées près du 71°30' de latitude, les vitesses maximales étant signalées au-dessus du talus continental en bordure de la plate-forme continentale, où elles atteignent environ 30 km au large. Les vitesses de dérive dans cette dernière région sont caractéristiquement de 30 km/jour. On a observé que l'écoulement se poursuivait jusqu'en bordure du détroit de Davis et qu'il était deux fois moins important en 1979 que l'année précédente.

Les seules données sur les icebergs disponibles pour la région du courant de Baffin proviennent des programmes de poursuite par satellite de 1978 et de 1979 qui ont fourni 12 trajectoires traversant partiellement ou complètement la région.

L'interprétation générale de ces données est plus difficile que dans le cas des régions situées plus au nord et étudiées précédemment en raison de la probabilité comparativement élevée d'échouages d'icebergs dans la région. En conséquence, les vitesses nettes de déplacement le long de trajectoires analogues peuvent varier

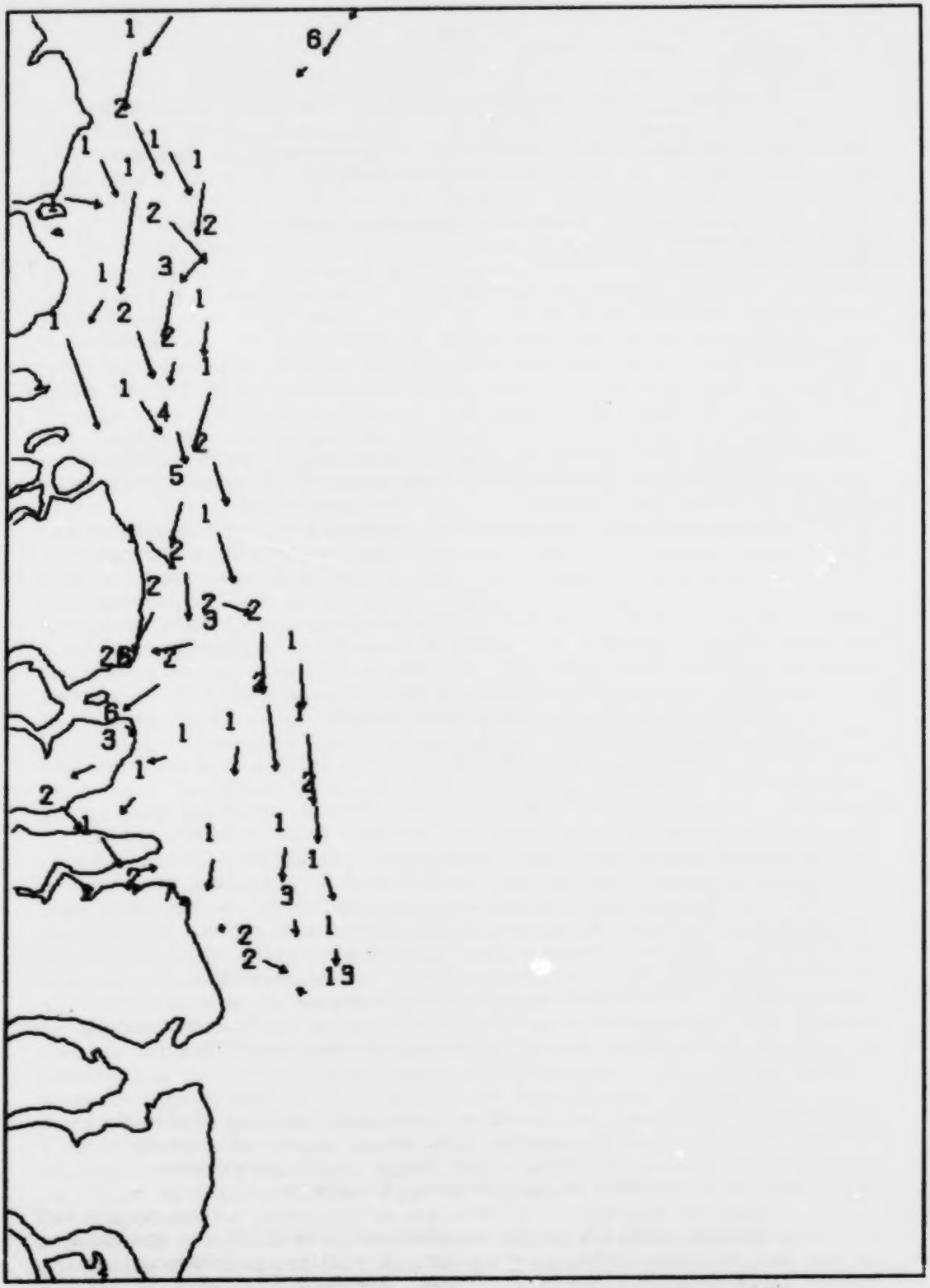


Figure 3.4.36 Vecteurs de vitesse moyenne, données sur les icebergs suivis par satellite en 1978 (1 pouce = 100 km/jour)

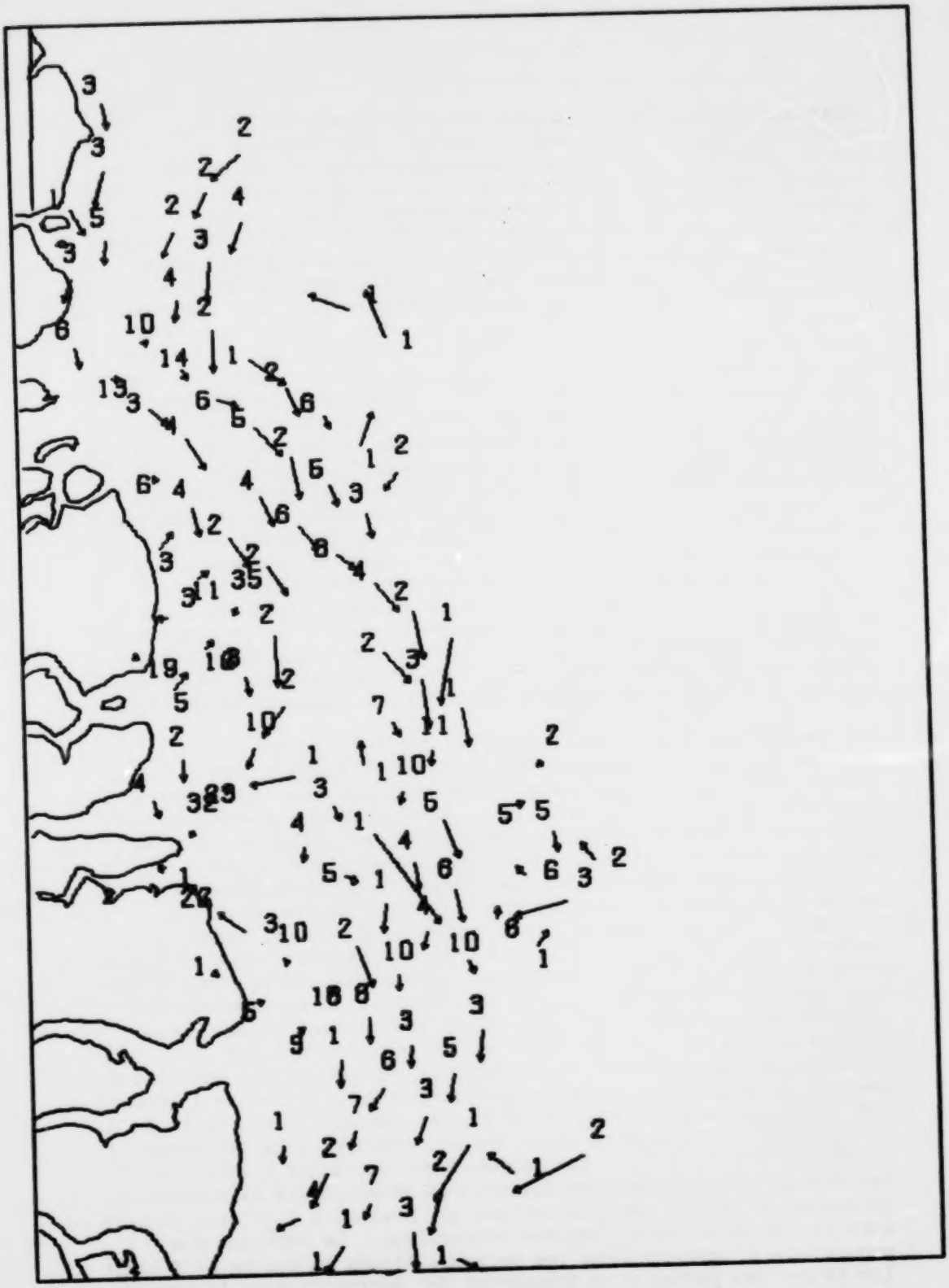


Figure 3.4.37 Vecteurs de vitesse moyenne, données sur les icebergs suivis par satellite en 1979 (1 pouce = 100 km/jour)

énormément en fonction du temps, du tirant d'eau des icebergs, des conditions locales et d'autres facteurs. Les figures 3.4.36 et 3.4.37 présentent des vitesses caractéristiques de déplacement des icebergs dans la région. Comme dans le cas de la figure 3.4.18 (qui présente des données sur les vitesses moyennes dans la partie nord de cette région) ces moyennes ont été établies à partir de vitesses calculées entre des paires de relevés de positions adjacentes en excluant les périodes pendant lesquelles les icebergs étaient de toute évidence échoués. Les données indiquent que dans l'ensemble la dérive s'effectue parallèlement à la côte. La précision avec laquelle les variations spatiales de la vitesse de dérive peuvent être décelées est quelque peu limitée par le petit nombre de mesures de la vitesse d'icebergs individuels. Les données de 1978 pour la partie nord de la région révèlent néanmoins en général des vitesses maximales de dérive de 30 à 35 km/jour dans la zone située à environ 30 km de la côte. Comme on peut le constater à l'aide des trajectoires simplifiées d'icebergs représentées aux figures 3.4.38 (a), (b) les icebergs initialement suivis en 1978 se sont déplacés en direction du sud jusqu'à la latitude de 70°30' avant que l'englacement immobilise essentiellement tous les icebergs en novembre et en décembre. Les vitesses relevées en 1979 semblent quelque peu moins élevées que celles de l'année précédente, quoique la quantité limitée de données ne permet pas de tirer de conclusions détaillées comparables à celles concernant les courants de surface moyens dont la vitesse, comme nous l'avons déjà signalé, était deux fois moins élevée en 1979 qu'en 1978 (Fissel, Lemon et Birch 1980).

Une comparaison des trajectoires de la Figure 3.4.38 à celles obtenues pendant le programme de poursuite de 1979 (Figure 3.4.39) révèle plutôt des ressemblances frappantes quant aux tendances annuelles respectives de la dérive. Ainsi, pendant chacune de ces années, un iceberg à la dérive [1413 (1978) et 1990 (1979)] pénétrait dans la région à la mi-septembre pour suivre une trajectoire rapprochée de la côte jusqu'à ce qu'il rase cette dernière ou s'échoue à proximité du cap Christian au début d'octobre. Une part importante de la réduction des vitesses moyennes observée en 1979 dans les secteurs septentrionaux, est sans doute attribuable à des trajectoires très irrégulières, comme celles de l'iceberg 1162 pendant la période précédant la pénétration des icebergs dans la région qui se produit généralement en septembre (Figure 3.4.40 (a). Il est important de signaler que des déplacements nets supérieurs en direction du sud ont été enregistrés pendant cette dernière année en particulier dans le cas de l'iceberg 1162 qui s'est déplacé de 72°30'N environ pendant l'intervalle du 23 septembre au 24 octobre (voir les trajectoires détaillées des figures 3.4.40 (a), (b). Des comparaisons entre les points finals de 1979 des trajectoires des figures 3.4.38 et 3.4.39 illustrent le recouvrement spatial des populations qui avaient à l'origine pénétré dans la région au cours d'années successives. Le repérage des populations d'icebergs dans les secteurs situés au sud de 67°N était limité par des pannes plus fréquentes des émetteurs dans le secteur du détroit de Davis, sans doute attribuables aux retournements des icebergs se détériorant progressivement. Le flux continu de données

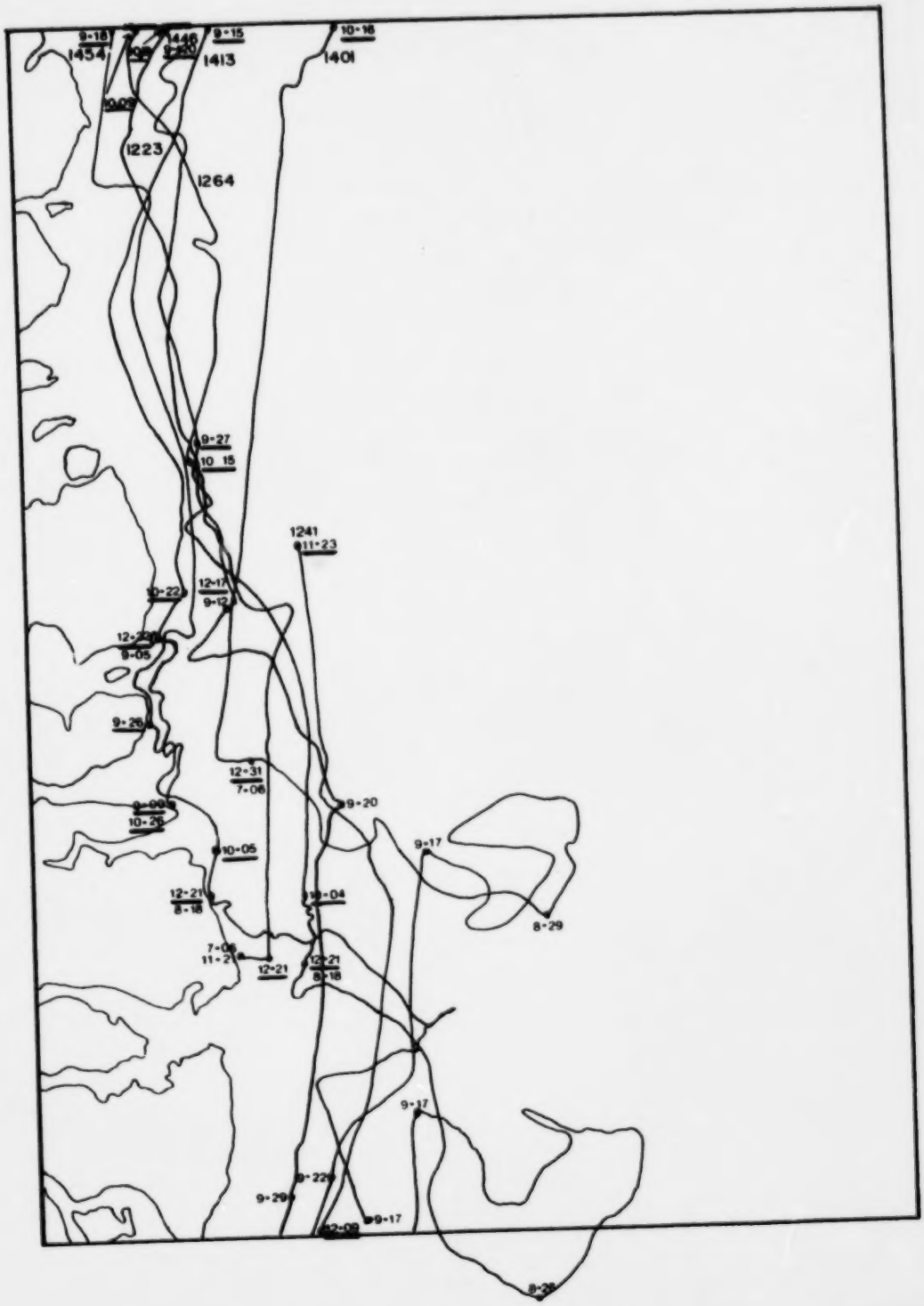


Figure 3.4.38 (a) Trajectoires simplifiées d'icebergs suivis par satellite-lâchers de 1978 (les dates de 1978 sont soulignées, les dates de 1979 ne sont pas soulignées)

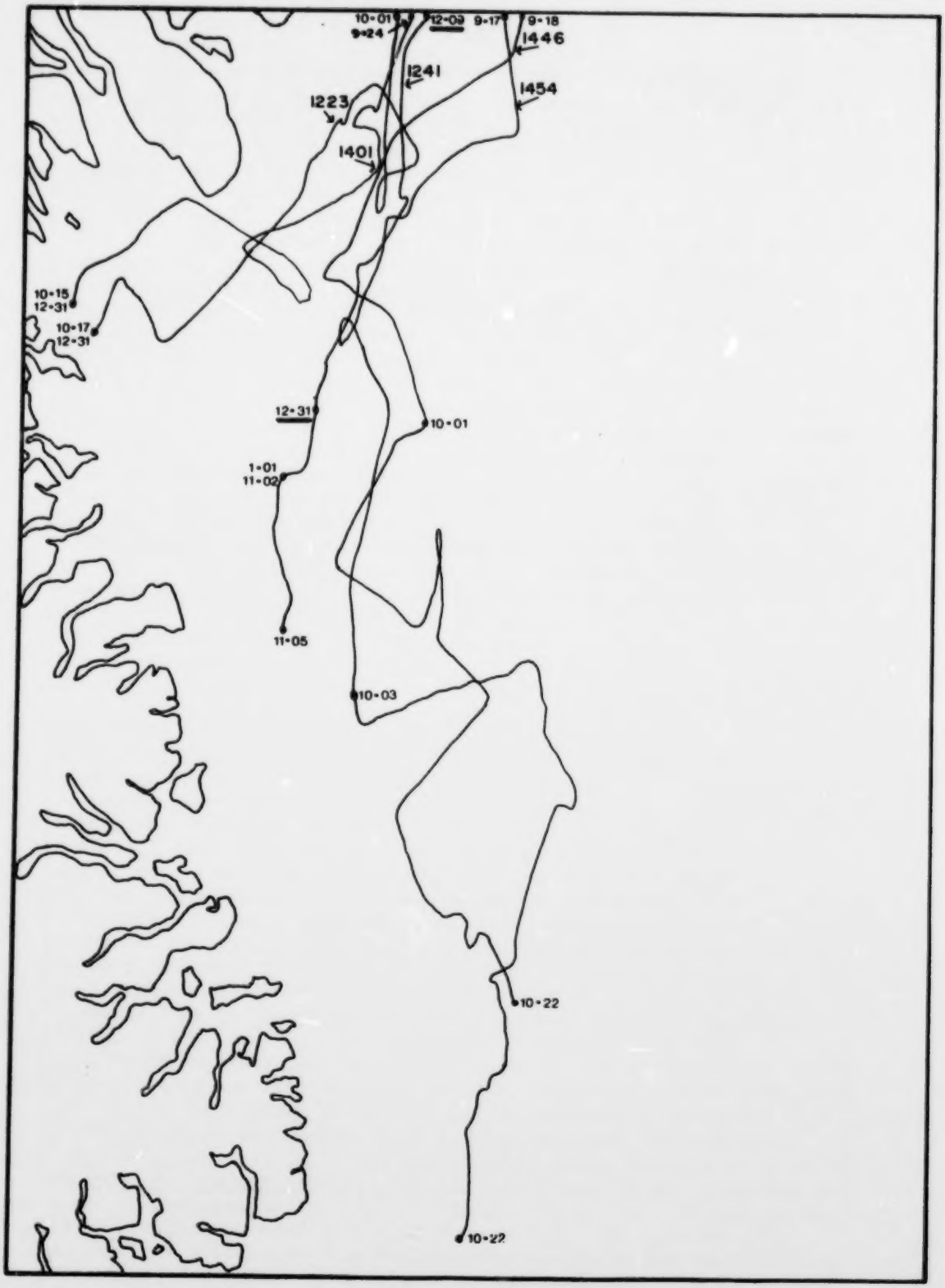


Figure 3.4.38 (b) Trajectoires simplifiées d'icebergs suivis par satellite-lâchers de 1978 (suite) (les dates de 1978 sont soulignées, les dates de 1979 ne sont pas soulignées)

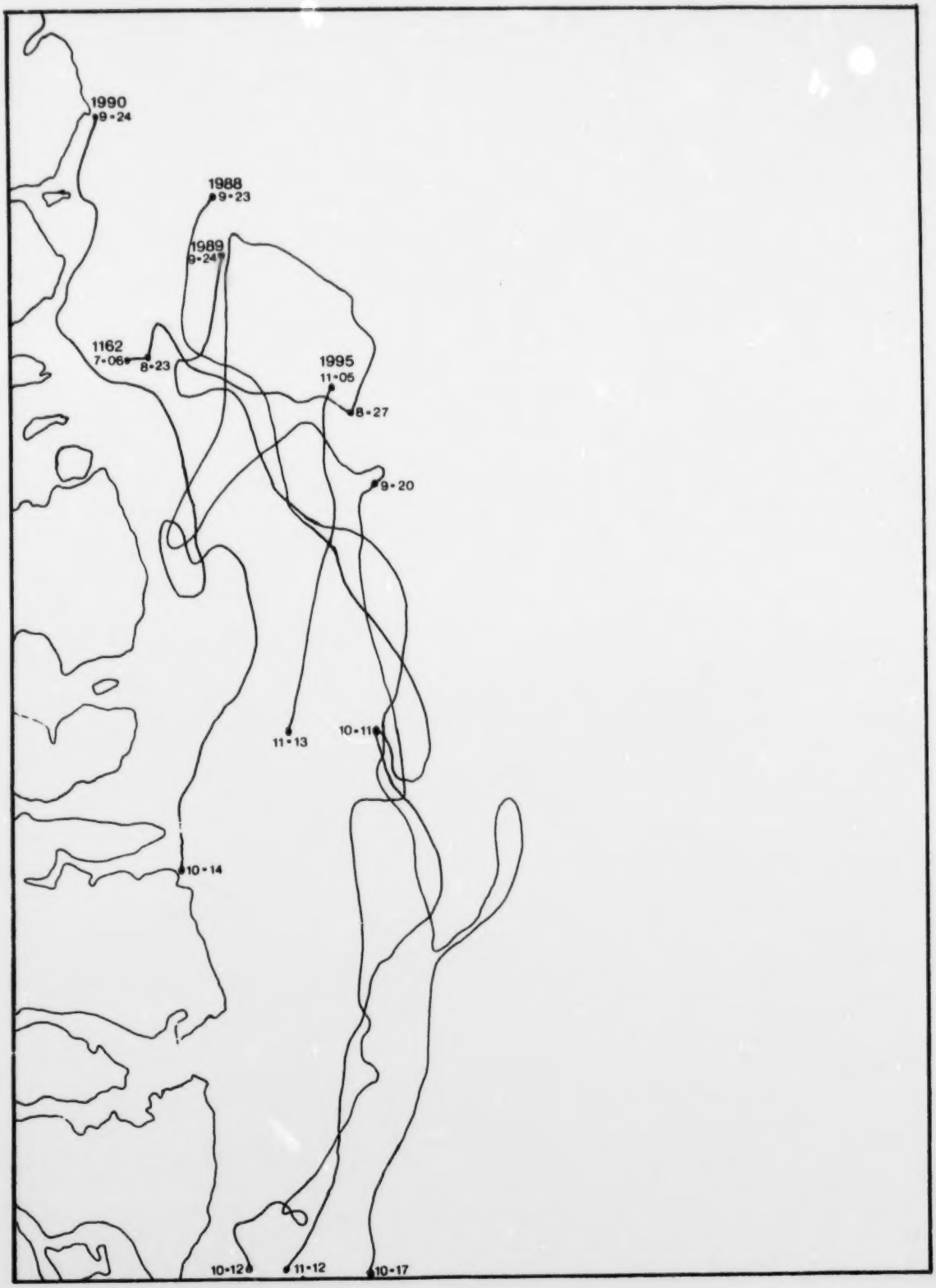


Figure 3.4.39 (a) Trajectoires simplifiées d'icebergs suivis par satellite-placements de 1979

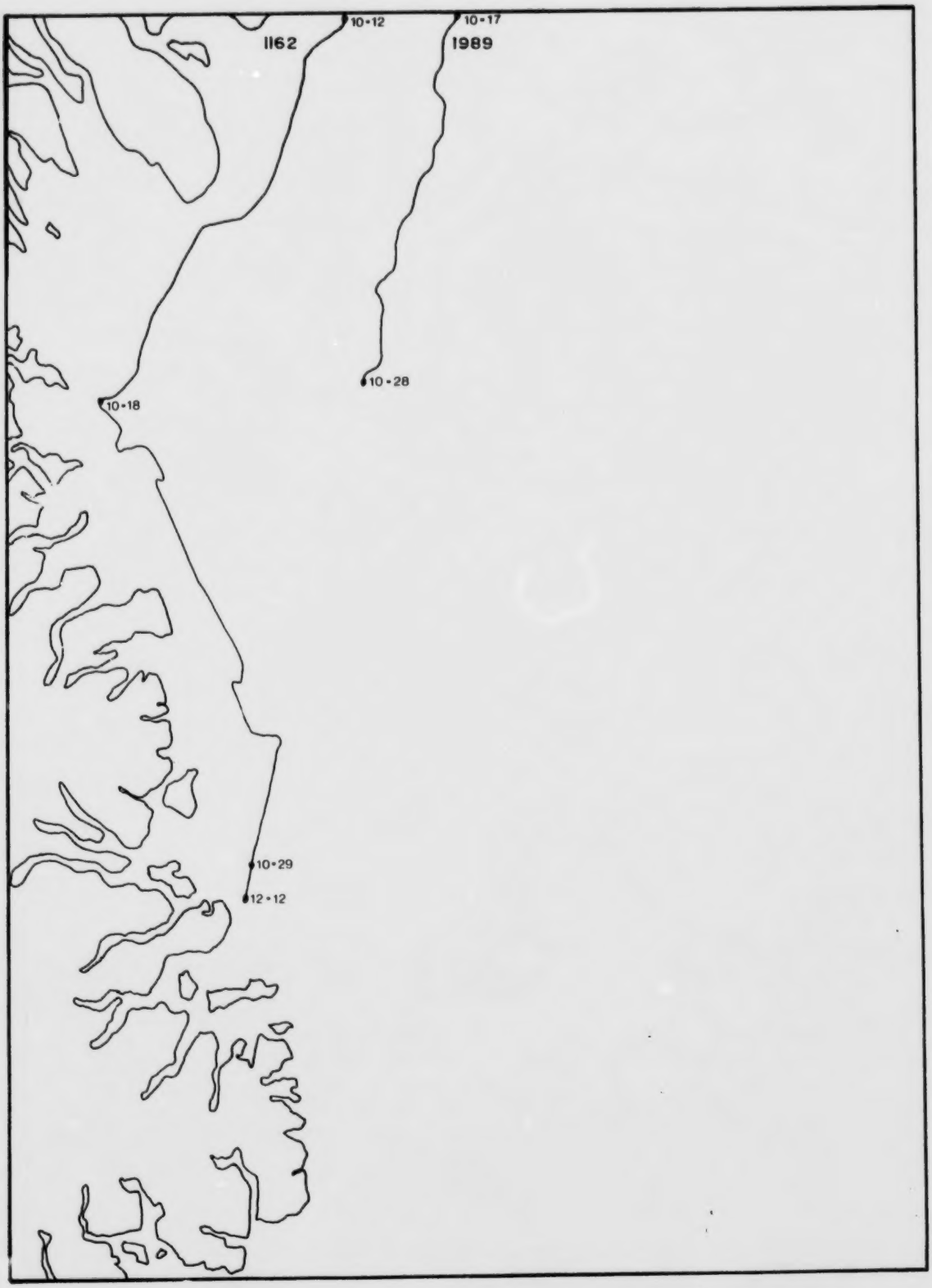


Figure 3.4.39 (b) Trajectoires simplifiées d'icebergs suivis par satellite-placements de 1979 (suite)

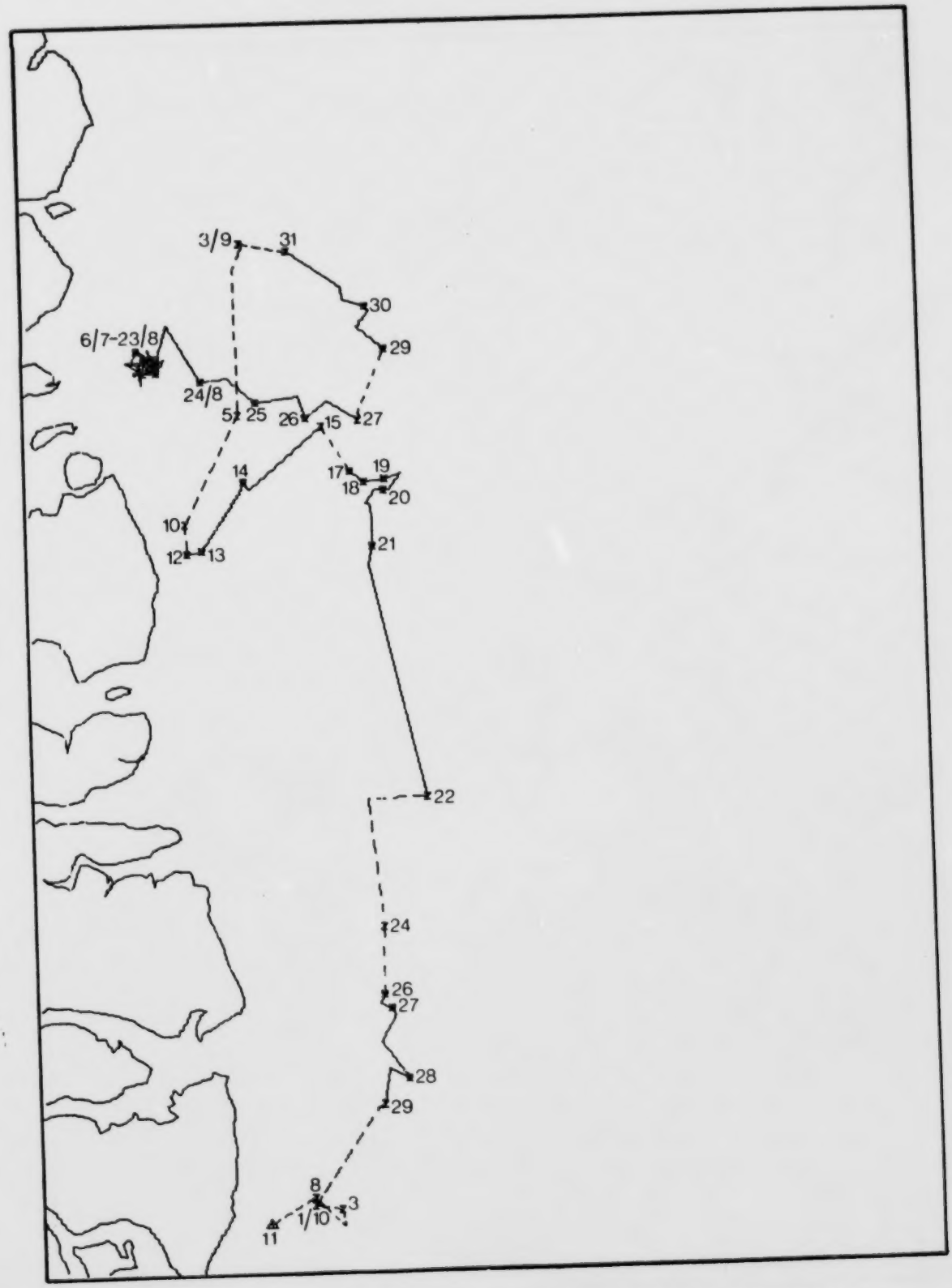


Figure 3.4.40 (a) Trajectoire d'un iceberg suivi par satellite ID 1162, 6/7/79 au 11/10/79 (Fissell, 1980).

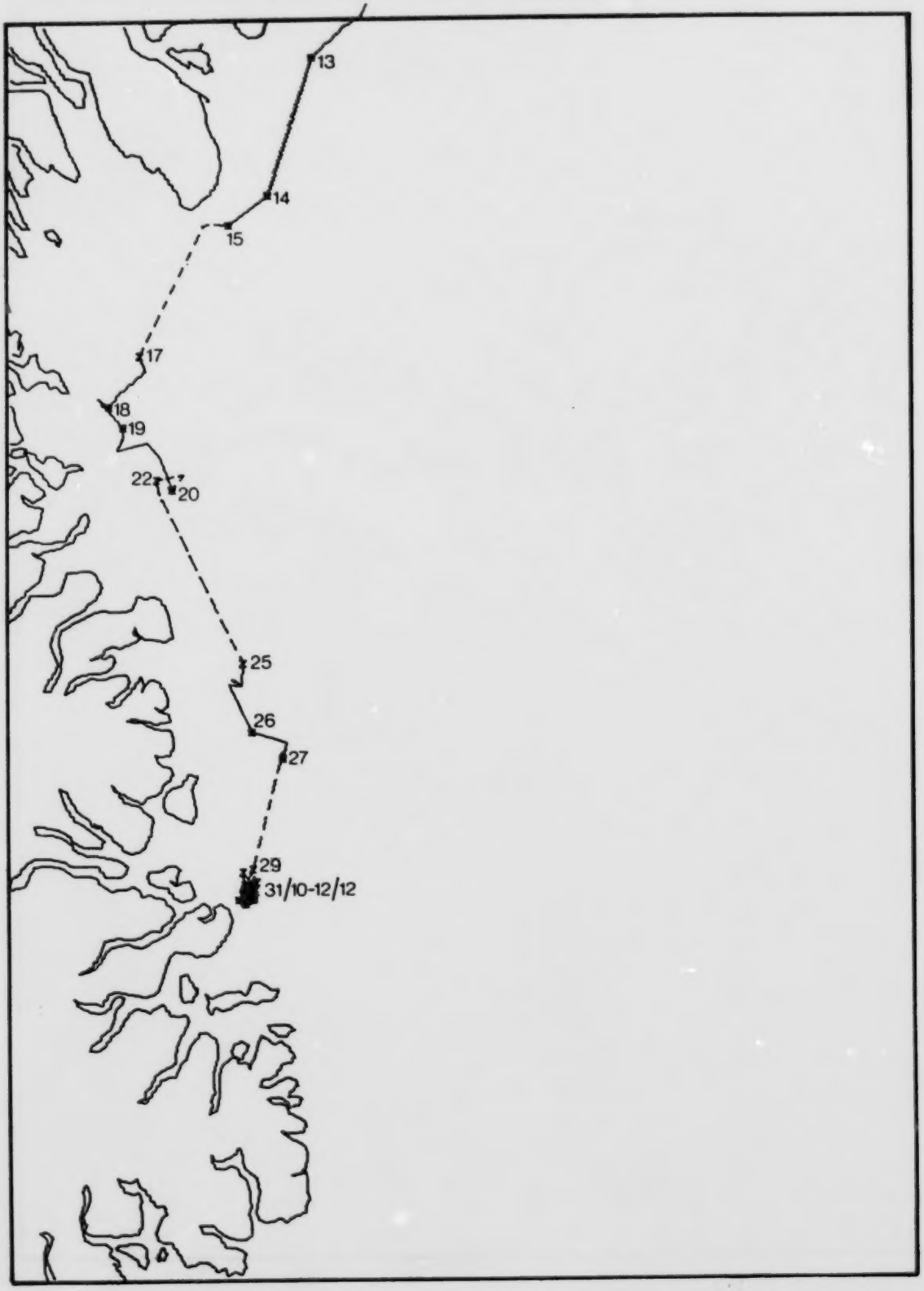


Figure 3.4.40 (b) Trajectoire d'un iceberg suivi par satellite ID 1162, 11/10/79 au 12/12/79 (Fissell, 1980).

Figure 3.4.41 Vecteurs de dérive quotidienne des icebergs - moyennes zonales pour 1978-1979. Les contours inférieurs de 200m et 500m figurent aux fins de comparaisons.

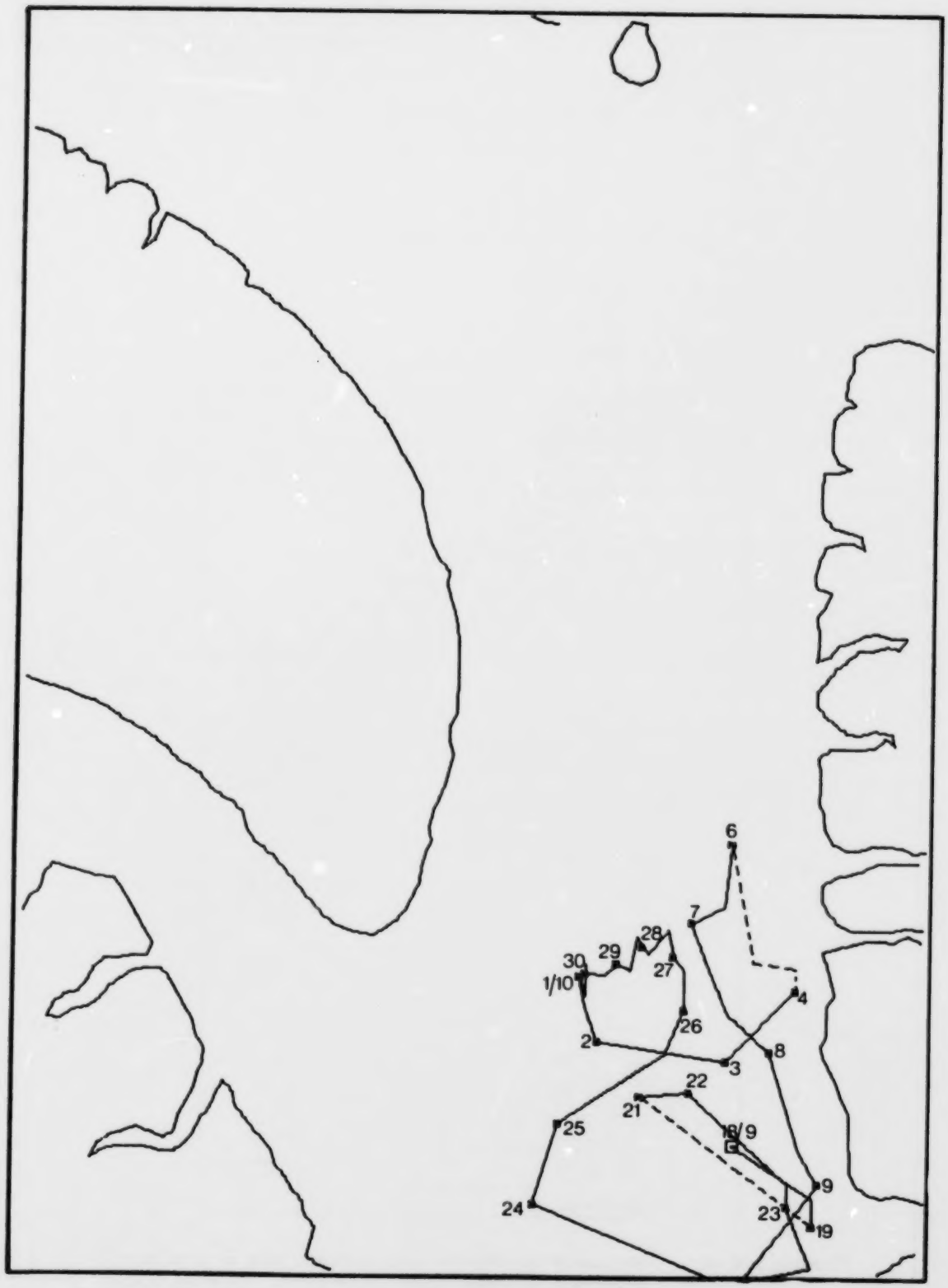


Figure 3.4.42 **Trajectoire d'un iceberg suivi par satellite: ID 1241, 18/9/78 au 9/10/78 (Fissell, 1980).**

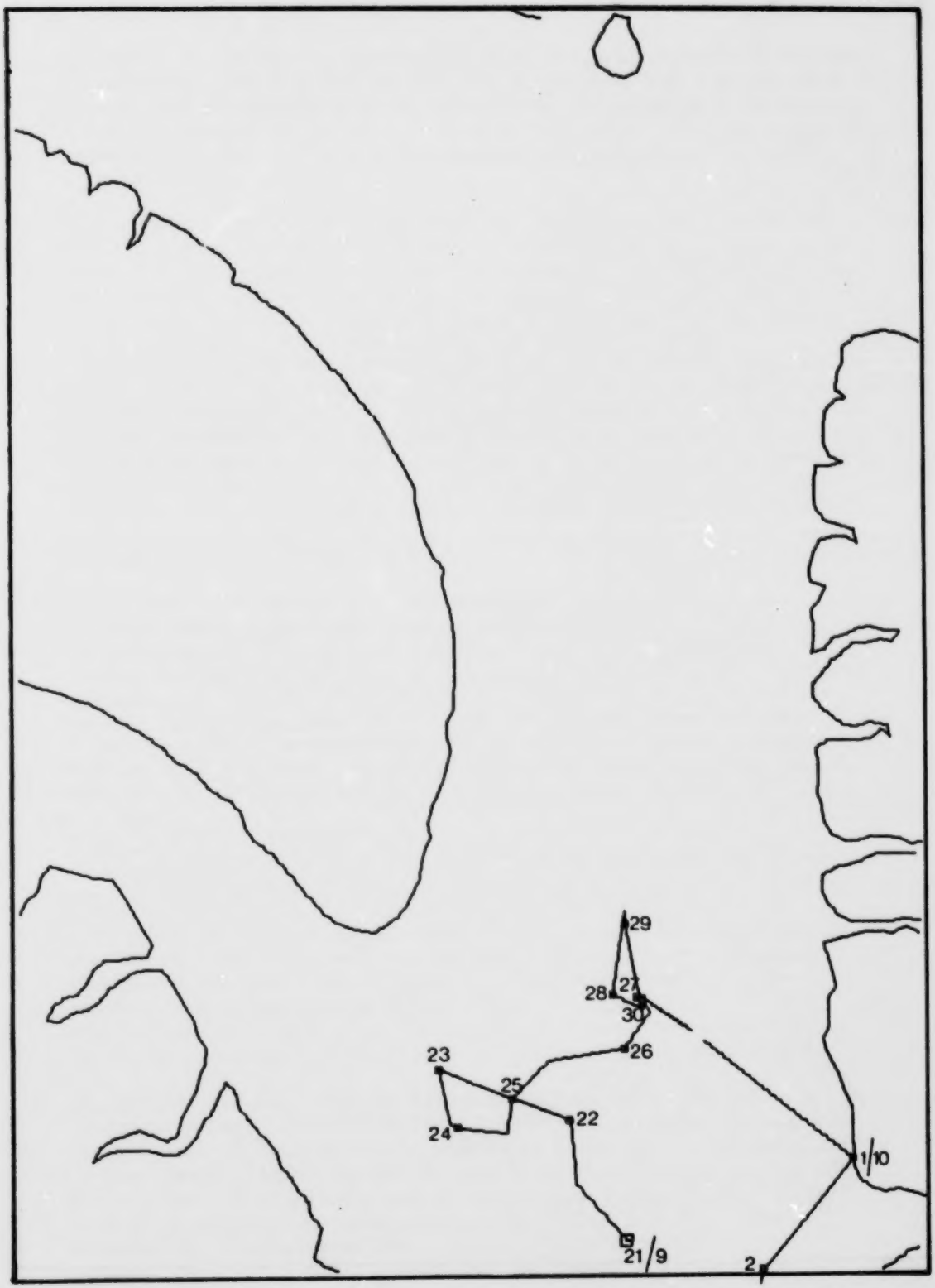


Figure 3.4.43 Trajectoire d'un iceberg suivi par satellite: ID 1264, 21/9/78 au 2/10/78 (Fissell, 1980).

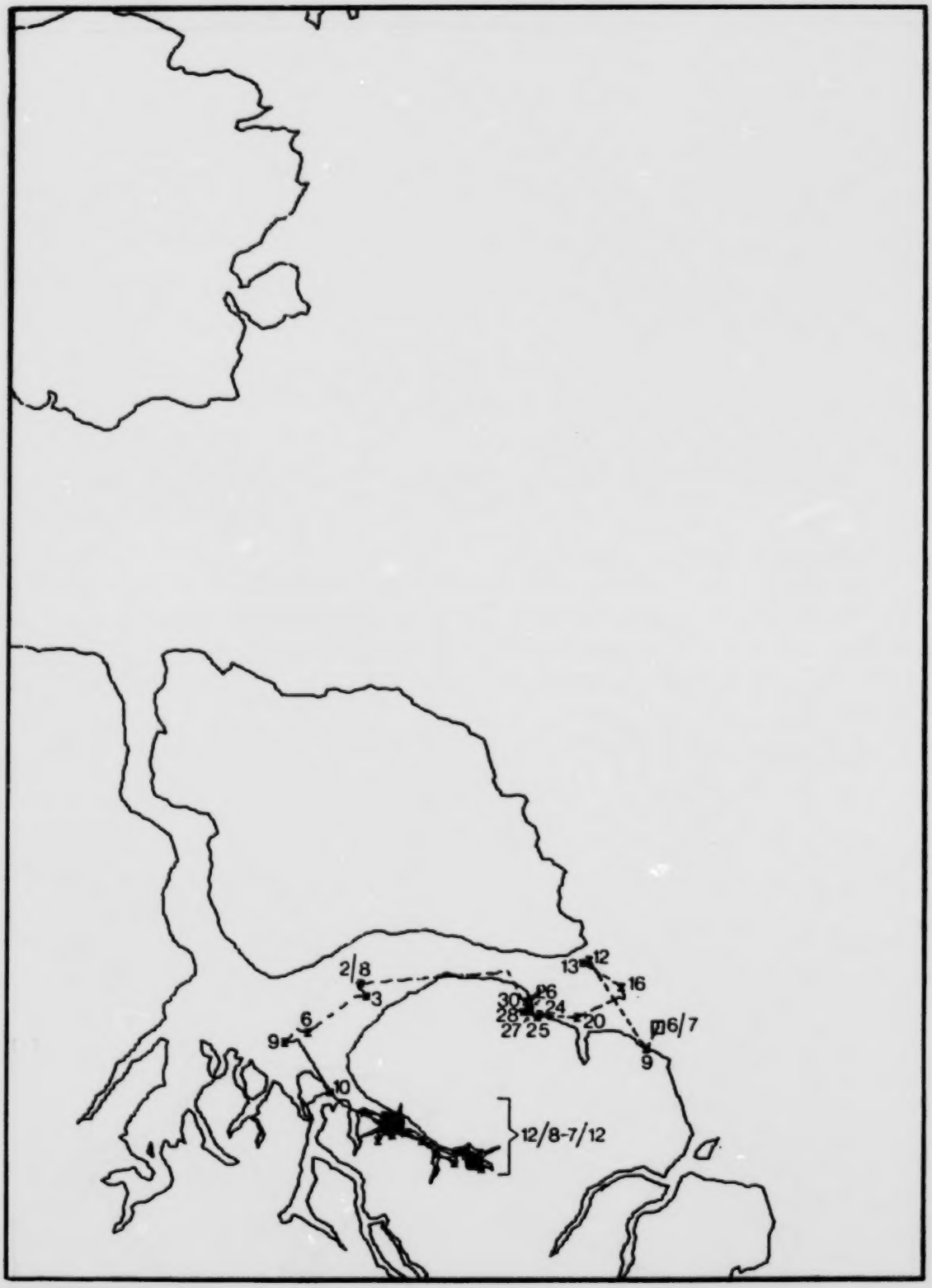


Figure 3.4.44 **Trajectoire d'un iceberg suivi par satellite: ID 1462, 6/7/79 au 7/12/79 (Fissell, 1980).**

provenant du système de poursuite Nimbus et plus tard la reprise de la couverture ARGOS suggèrent que les principaux éléments des deux populations d'icebergs suivies sont passés au sud de 62°N pendant l'été de 1980 ce qui permet d'envisager la possibilité d'un temps de passage de l'est du détroit de Lancaster au Labrador d'une durée d'une année.

Ces données satellite ont récemment été revisées (Marko, Birch et Wilson, 1981), notamment en ce qui a trait aux implications à long terme sur les vitesses de dérive des icebergs. Il est apparu qu'un des éléments-clés du problème est la tendance qu'ont les icebergs à se déplacer suivant les contours topographiques du fond de la mer. Cette caractéristique, relevée dans les études de courants à proximité de la surface (Fissell, Lemon et Birch, 1980), entraîne de fortes densités de déplacements d'icebergs vers la terre au-dessus de chacun des quelques étroits canyons sous-marins qui traversent le plateau continental de l'île Baffin (voir les contours de 200 m et de 500 m du diagramme combiné de 1978-1979 des vitesses moyennes de dérive des icebergs à la figure 3.4.41). La probabilité que les icebergs détournés de cette façon s'échouent sur les portions peu profondes de la plate-forme sous l'influence des vents et autres paramètres littoraux est élevée.

Ainsi, bien que les icebergs en mouvement libre tendent à se déplacer vers le sud à une vitesse constante s'élevant très grossièrement à 15 km/jour, la fréquence et la durée de leur immobilisation (par échouage ou par blocage dans les glaces) se sont révélées les facteurs déterminants du mouvement net. Une fois un iceberg immobilisé, c'est la débâcle des plates-formes de glace fixée, en août et en septembre, qui constitue le moment critique pour sa remise à flot. La durée moyenne de la dérive en direction sud, de l'île Bylot au cap Dyer, des 15 icebergs étudiés était de 2 à 3 ans.

Région 7 - Région de l'ouest et du centre du détroit de Lancaster

Dans cette région les données sur les courants en été indiquent la prédominance d'écoulements faibles et variables. Les grandes structures de type tourbillonnaire, typiquement présentes, ne semblent pas caractérisées par des sens de rotation ou des emplacements préférentiels. L'écoulement le plus persistant de la région est un flux en direction de l'est du côté sud du détroit.

Les données sur les icebergs disponibles dans cette région se composent principalement des trajectoires des icebergs 1241 et 1264 qui ont pénétré dans la région du milieu à la fin de septembre 1978 et plus particulièrement dans la moitié nord du détroit peu de temps après avoir été entraînés dans le segment de l'écoulement intrusif situé à la hauteur du cap Sherard (voir Figure 3.4.16). Les trajectoires subséquentes des icebergs, illustrées aux figures 3.4.42 et 3.4.43, présentent des segments en forme de boucles tant dans le sens horaire que dans le sens antihoraire et

une dérive initialement lente en direction de l'ouest et plus tard en direction de l'est. Un déplacement en travers du détroit est apparent à la figure 3.4.43, mais comme dans le cas des observations sur les courants et des observations de dragues dérivantes (Fissel, Lemon et Birch 1980), ces déplacements ne sont caractérisés par aucune structure évidente. Dans les deux cas, les icebergs sont retournés du côté nord du détroit avant de rejoindre l'écoulement intrusif au début d'octobre.

Région 8 - Région des détroits de Navy Board et d'Eclipse et de Pond Inlet

Les données sur les icebergs disponibles pour cette région se composent de la partie de la trajectoire de l'iceberg 1462 parcourue par ce dernier, du 7 juillet 1979 au 12 décembre 1979 (Figure 3.4.44), période pendant laquelle cet iceberg s'est déplacé de l'entrée est de Pond Inlet jusqu'à l'extrémité est de la baie Oliver. La trajectoire mentionnée suit la bordure sud du détroit et se distingue ainsi des déplacements de trois drogues dérivantes (Fissel, Lemon et Birch 1980) qui avaient pénétré l'extrémité est de ces détroits au nord pour en ressortir au sud suivant un écoulement analogue à l'écoulement intrusif du détroit de Lancaster.

Les statistiques concernant des pénétrations d'icebergs par l'extrémité nord du détroit de Navy Board et par l'extrémité est du détroit de Pond constituent d'autres données pertinentes. Dans le premier cas, aucun des 18 icebergs suivis dans la région du courant intrusif n'a pénétré dans la région 8. Les données concernant l'entrée est de Pond Inlet révèlent qu'un seul des 10 icebergs suivis y est resté emprisonné.

4. Résumé et recommandations

Après un examen de l'ensemble des recherches concernant la glace, les principaux éléments du glaciel marin du détroit de Lancaster et du nord-ouest de la mer de Baffin ont été étudiés afin d'en dégager les configurations et les degrés caractéristiques de variabilité pertinents quant aux évaluations des répercussions des mises en valeur régionales proposées. Les glaces d'origine terrestre (icebergs, fragments d'iceberg, etc.) et les glaces qui se forment à la surface de la mer (glace de mer) ont fait l'objet de traitements séparés mais évidemment inter-reliés. Une part importante des travaux antérieurs, effectués dans la région du nord de la mer de Baffin, était centrée sur les icebergs qui constituaient un des principaux éléments d'études dans le cadre du programme EEMAE de Pétro-Canada concernant la glace. Les données sur la glace de mer, ont d'autre part été obtenues en grande partie par télé-détection ou ont été tirées plus spécifiquement des enregistrements résultant d'observations effectuées à bord d'avions et d'imageries satellites.

Les enregistrements concernant les déplacements de la glace de mer et des icebergs sont remarquablement analogues et dans les deux cas reliés aux configurations régionales des courants près de la surface

(Fissel, Lemon et Birch 1980) ce qui suggère dans l'ensemble une influence prédominante des courants océaniques. Cette similitude caractérise les entités très persistantes, comme la partie centrale au courant rapide de l'écoulement intrusif du détroit de Lancaster, ainsi que les entités intermittentes ressemblant à des tourbillons où les trajectoires des icebergs, de la glace de mer et des drogues dérivantes décrivent toutes les mêmes boucles.

Les répartitions saisonnières caractéristiques des glaces de mer sont soumises à la double influence de la glace de dérive de la mer de Baffin et de la grande étendue de glace immobilisée ou fixée qui recouvre la plupart des voies navigables de l'archipel Arctique de novembre à juillet. L'analyse des tendances récentes et historiques de la couverture de glace a permis de dégager l'influence fondamentale de la position de la limite est de cette banquise côtière dans l'est du détroit de Parry, qui est déterminante quant aux conditions glacielles en été dans le détroit de Lancaster et le secteur adjacent de la mer de Baffin. Pour des raisons jusqu'ici encore inconnues, la position de cette lisière des glaces varie énormément d'une année à l'autre, ce qui entraîne des conditions extrêmes dans les détroits de Barrow et de Lancaster pendant la période de mai à la mi-juillet alors que toute cette voie navigable peut être tour à tour complètement recouverte de glace ou complètement libre. En plus de cette tendance annuelle très variable, on signale un écoulement comparativement constant d'eau et de glace le long du côté ouest de la mer de Baffin dont une partie pénètre dans le détroit de Lancaster jusqu'à la longitude de 82° environ. De la variabilité de cet écoulement, dépend souvent la rapidité avec laquelle se dégagent les côtes est des Îles Devon et Bylot ainsi que de la terre de Baffin et il peut injecter des concentrations considérables de glace dans la partie est du détroit de Lancaster quelle que soit la position de la lisière des glaces.

En dépit de la complexité évidente de cette situation, l'analyse des configurations de l'accumulation de la glace semble possible en fonction de la position de la lisière des glaces, des répartitions connues des courants et des conditions de vent en surface. Les configurations caractérisant "la meilleure de cinq années", "une année moyenne" et "la pire de cinq années" déterminées exclusivement à l'aide de méthodes statistiques appliquées aux données sur l'observation de la glace du SEA ont été reliées à des exemples spécifiques de l'état annuel des glaces et des positions correspondantes de la lisière de la glace fixée dans le détroit.

Les résultats de deux années d'observations des icebergs indiquent en général des variations peu importantes d'une année à l'autre, les dénombrements effectués révélant peut-être une diminution de 20% du nombre des icebergs en 1979 par rapport à l'année précédente. Les variations annuelles des vitesses moyennes de dérive des icebergs sont d'un ordre de grandeur comparable. Une estimation grossière basée sur les trajectoires d'icebergs suivis par satellite indique que moins de 10% des icebergs qui se déplacent au large de la côte est de l'île Devon pénètrent dans le détroit de Lancaster. Les

trajectoires des icebergs sont fortement confinées aux parties centrales à écoulement rapide du réseau de courants et devient occasionnellement dans des secteurs où persistent des déplacements tourbillonnaires dont le plus important est situé au large de la côte est de l'île Bylot.

Il convient de mentionner certaines particularités des données sur les icebergs: une différence d'environ 20% quant aux nombres annuels d'icebergs signalés pendant chacune des deux années de l'étude et le fait que la majorité des icebergs ont tendance à être confinés dans les parties centrales des courants de surface rapides et stables.

Les futurs efforts de recherche devraient viser à établir des bases de données simultanées sur le vent, la glace et la colonne d'eau qui permettraient:

a) D'éclaircir de façon détaillée les processus responsables de la formation et de la stabilisation de la lisière de glace fixée sur la côte et en travers des détroits de Lancaster et de Barrow. Un modèle de prévision de la position en travers et de la date approximative de stabilisation de cette lisière constituerait une contribution majeure au niveau de la planification régionale et opérationnelle. Dans l'immédiat toutefois, on doit acquérir une connaissance des mécanismes assez approfondie pour évaluer les répercussions vraisemblables de la mise en valeur sur cette entité importante.

b) De déterminer les causes de la variabilité des taux de disparition de la glace de dérive de la mer de Baffin. Un tel effort nécessiterait sans aucun doute de nouveaux travaux ainsi que leur mise en relation avec les résultats d'études antérieures comme le Projet North Water. La dynamique de la couverture de glace de la baie Baffin est mal comprise et mériterait, en raison de son importance, d'être étudiée séparément.

c) De caractériser à plus grande échelle la proportion de glace de plusieurs années en particulier aux endroits où sa concentration est faible et où il n'existe que presque exclusivement de la glace de première année.

d) Une description plus détaillée de la répartition spatiale et temporelle des floes en utilisant les différentes catégories.

Les données ainsi recueillies (vents de surface, épaisseur de la glace et force des courants, etc.) seraient non seulement utiles pour déterminer les processus régionaux du glaciel, mais seraient de plus, directement applicables à la planification de l'exploration, de la production et du transport.

5. Bibliographie

Aber, P.G. et E. Vowinckel (1972), Evaluation of North Water Spring Ice Cover from Satellite Photographs, Arctic 25 p. 263-271.

Allen, J.H. (1972), Iceberg Study, Sagleck, Labrador, Memorial University Press, St. Jean, (T.-N).

AEPA (1973), Environmental Conditions in Baffin Bay and Davis Strait, Marex Ltd., 100 p.

Arctic Sciences Ltd., 1980a, Interim Report: Movement of satellite-tracked drifters and icebergs, 6-12 juin 1980 rédigé pour Pétro-Canada Ltée par Arctic Sciences Ltd., Sidney (C.-B.)

Arctic Sciences Ltd., 1980b, Interim Report No. 2: Movement of satellite-tracked drifters and icebergs, 12 août au 21 octobre 1980 rédigé pour Pétro-Canada Ltée par Arctic Sciences Ltd., Sidney (C.-B.)

Arsenault, L.D., D. Waung, M. Holtz, M. R. Vant et R.O. Ramseir (1976), Remote Sensing Applications — Sea Ice Dynamics, Rapport provisoire ICP 4-2 préparé pour le Programme du pipeline des îles de l'Arctique, Environnement Canada, (Edmonton).

Barry, R.G., J.D. Jacobs et autres (1978), Energy Budget Studies in Relation to Fast-Ice Break-up Processes in Davis Strait, Occasional Paper No. 26, Institute of Arctic and Alpine Research, Boulder, Colo., 284 p.

Bilello, M.A. (1960), Formation, Growth and Decay of Sea Ice in the Canadian Arctic Archipelago, Research Report 65, U.S. Army Snow, Ice and Permafrost Research Est., Wilmette, Ill.

Bilello, M.A. (1964), Ice Thickness Observations - North American Arctic and Subarctic, 1960-1962, Cold Regions Research and Engineering Laboratory, Report 43.

Black, W.A., 1965, Sea ice survey, Queen Elizabeth Islands region, summer, 1962. Division de la géographie, ministère de l'Energie, des Mines et des Ressources, Ottawa (Ont.)

Bradford, J.D. (1972), A Preliminary Report of the Observation of Sea Ice Pressure and its Effect on Merchant Vessels Under Icebreaker Escort, dans Sea Ice, Conférence internationale de Reyjavik en Islande sur la glace de mer, p. 154-158.

Bradford, J.D. (1978), Icebreaking Capability of CCES Labrador in Western Barrow Strait, October 23-28, 1973, Rapport du ministère des Pêcheries et de l'Environnement, 12 p.

Bradley, R.S. (1973), Seasonal Climatic Fluctuations on Baffin Island during the Period of Instrumental Records, Arctic, 26 pp. 240-243.

Broida, S. et W.S. Richardson (1972), Surface Current Measurements by Expended Probes, U.S. Coast Guard Technical Report Project 726520, 7 p.

Brown, A.L. (1954), An Analytical Method of Ice Potential Calculation, U.S. Hydrographic Office Technical Report TR-5.

Callaway, E.B. (1954), An analysis of Environmental Factors Affecting Ice Growth, U.S. Hydrographic Office Technical Report TR-7.

Corton, E.L. (1954), The Ice Budget of the Arctic Pack and its Application to Ice Forecasting, U.S. Hydrographic Office Technical Report TR-6.

Crane, R.G. (1978), Seasonal Variations of Sea Ice Extent in the Davis Strait-Labrador Sea Area and Relationships with Synoptic Scale Atmospheric Calculation, Arctic, 3[illegible] pp. 434-447.

Dawson, W.B. (1907), The Currents in Belle Isle Strait, Dept. of Marine and Fisheries, p. 1-43.

de Lange Boom, B.R. et L.W. Davidson (1977), Radar Tracking of Ice in the Byam Martin Island Area, Seakem Oceanography Ltée, Sidney, C.-B., sous contrat pour Environnement Canada.

de Lange Boom, B.R., M.R. MacNeill et J.R. Buckley (1979), Iceberg Tracking in Northwestern Baffin Bay and Eastern Lancaster Sound from the Hope Monument Radar Camp, préparé pour Pétro-Canada Ltée par Seakem Oceanography Ltée, Sidney, C.-B.,214 p.

Deutsches Hydrographisches Institut (1950), Alas des Eisverhältnise des Nordatlantischen Ozeans und Übersichtskarten des Eisverhältnisse des Nord-und Südpolargebietes, Hamburg.

Dunbar, M. (1969), The Geographical Position of the North Water, Arctic, 22, p. 438-441.

Dunbar, M. (1972), Increasing Severity of Ice Conditions in Baffin Bay and Davis Strait and its Effect on the Extreme Limits of Ice, dans Sea Ice, Conférence internationale à Reykjavik en Islande, sur la glace de mer, p. 87-93.

Dunbar, M. (1979), Fall Ice Drift in Nares Strait as observed by Sideways Looking Airborne Radar, Arctic 32 p. 283-307.

Ekman, V.W. (1905), on the influence of the Earth's rotation on ocean currents. Arkf. Mat. Astr. och Fysik K. sv Vet-Akad, Stockholm, Ban 2, p. 52.

Feazel, C.T. et R.C. Kollmeyer (1972), Major Ice Producing Glaciers of West Greenland, in Sea-Ice, Conférence internationale à Reykjavik en Islande, sur la glace de mer, p. 140-145.

FENCO (1974), The Northwest Passage, An Environmental Study Related to Offshore Operations with Emphasis in Lancaster Sound. (Effectuée pour la Norlands Petroleum Ltée).

Fissel, D.B., D. Lemon et J.R. Birch (1980), The Physical Oceanography of Western Baffin Bay and Lancaster Sound. Rapport préparé pour Pétro-Canada Ltée. par Arctic Sciences Ltée, Sidney, C.-B.345 p.

Fissel, D.B., (1980), Satellite -tracked iceberg movements in Baffin Bay and Lancaster Sound, summer 1978 and 1979. Data Report No. 7. rédigé pour Pétro-Canada Ltée par Arctic Sciences, Ltd., S Sidney, (C.-B.).

Hamburg, A. (1884), Hydrografisk-Kemiska Iakttogelser under den Svenska Expeditionen til Gronland 1883, Bihtill K., SV. Vet-Akad. Ilandl., 9 p. 1-65.

ICE (1979), Arctic Iceberg Dimension Project, préparé pour Pétro-Canada Ltée par Ice Engineering Ltée, 57 p.

IIP, (1950), International ice observations and ice patrol services in the North Atlantic Ocean - Season of 1949. U.S. Coast Guard Bull. No. 36.

IIP, (1963), Report of the International Ice Patrol Service. U.S. Coast Guard Bull. No. 49.

IIP, (1964), Report of the International Ice Patrol Service in the North Atlantic Ocean, p.

IPP, (1967), Report of the International Ice Patrol Service in the North Atlantic Ocean, p.

IIP, (1967), Report of the International Ice Patrol Service in the North Atlantic Ocean, p.

IIP, (1970), Report of the International Ice Patrol Service. U.S. Coast Guard Bull. No. 56.

IIP, (1971), Report of the International Ice Patrol Service in the North Atlantic Ocean. U.S. Coast Guard Bull. No. 57.

IIP, (1977)," International Ice Patrol". Published by the U.S. Coast Guard. 19 p.

ICE (1979), Arctic Iceberg Dimension Project, préparé pour Pétro-Canada Ltée par Ice Engineering Ltée, 57 p.

SIRG (1964), Rapport du Service international de recherche des glaces dans l'Atlantique nord.

SIRG (1967), Rapport du Service international de recherche des glaces dans l'Atlantique nord, p.

Ito, H. et F. Müller (1975), Horizontal Movement of Fast Ice in North Water.

Jacobs, J.D., R.G. Barry et R.L. Weaver (1975), Fast Ice Characteristics with Special Reference to the Eastern Canadian Arctic, Polar Record, p. 521-536.

Jacobs, J.D. et J.R. Newell (1979), Recent Year-to-Year Variations in Seasonal Temperatures and Sea Ice Conditions in the Eastern Canadian Arctic, Arctic, 32, p. 345-354.

Kolchak, A.V. (1928), The Arctic Pack and the Polynya, Problems of Polar Research, The American Geographical Society Special Publication No. 7, New York, p. 125-141.

Kovacs, A. et M. Mellor, 1974, Sea ice morphology and ice as a geological agent in the Southern Beaufort Sea, Dans: Proc. of the Symp. on Beaufort Sea Coastal and Shelf Research, Arctic Institute of North America. p. 113-161.

Krummel, O. (1907), Handbuch der Ozeanographic, Vol. I, Leipzig, 526 p.

Kukla, G.J. (1978), Recent changes in snow and ice climatic change, Ed: J. Gribbin, Cambridge Univ. Press, p. 114-129.

Lake, R.A. et E.L. Lewis (1970), Salt Rejection by Sea Ice During Growth, J. Geophys, Res. 75, p. 583-597.

Lake, R.A. et E.L. Lewis (1972), The Microclimate Beneath Growing Sea Ice, in Sea Ice, Conférence internationale de Reykjavik en Islande sur la glace de mer, p. 241-245.

Lewis, E.L. et E.R. Walker (1970), The Water Structure Under a Growing Sea Ice Sheet, J. Geophys. Res. 75, p. 6836-6845.

Lindsay, D.J. (1976), Sea Ice Atlas of Arctic Canada, 1961-1968, Energie, Mines et Ressources, Canada, Ottawa, 213 pp.

Lindsay, D.J. (1977), Sea Ice Atlas of Arctic Canada, 1969-1974, Energie, Mines et Ressources, Canada, 219 p.

Løken, O.H., C.S.L. Omnanney et G. Holdsworth (1972), Etudes sur les icebergs de la Division de la glaciologie d'Environnement Canada, Conférence internationale de Reykjavik en Islande sur la glace de mer, p. 146-151.

MacNeill, M.R., B.R. de Lange Boom et D. Ramsden, 1978, Radar tracking of ice in the Griffith Island area of Barrow Strait, NWT. Contractor Report Series, Institut des Sciences de la mer, Patricia Bay, Sidney, (C.-B.).

Malmgren, F. 1927, The properties of sea ice. The scientific results of the "Maud" expedition, 1918-1925.

Markham, W.E., 1975, Ice climatology in the Beaufort Sea. Beaufort Sea Project Technical Report No. 26.

Markham, W.E., inédit Ice climatology of Lancaster Sound. Document manuscrit.

Marko, J.R., 1975, Satellite observation of the Beaufort Sea, ice cover. Beaufort Sea Project Technical Report No. 34, BSP, DOE.

Marko, J.R., 1977, A satellite-based study of seau ice dynamics in the central Canadian Arctic Achipelago. Contractor Report Series 77-4, Institut des sciences de la mer, Patricia Bay, Sidney, (C.-B.) 106 p.

Marko, J.R., 1978, A satellite imagery study of Eastern Parry Channel. Contractor Report Series 78-5, Institut des sciences de la mer, Patricia Bay, Sidney, (C.-B.).

Marko, J.R. et M.A. Wilson (1980), Ice Velocities in Lancaster Sound-Northwest Baffin Bay as Determined from Landsat and NOAA Satellite Imagery, préparé pour Pétro-Canada Ltée par Arctic Sciences Ltée, Sidney, C.-B., 67 p.

Marko, J.R. J.R. Birch et M.A. Wilson, 1981. A study of long-term satellite-tracked iceberg drifts in Baffin Bay and Davis Strait, sous presse.

Maykut, G.A. et N. Untersteiner (1971), Some Results from a Time-Dependent Thermodynamic Model of Sea Ice, 78, p. 1550-1575.

Mecking, L. (1906), Die Eistrift aus dem Bereich der Baffin Bai beherrscht von Strom und Wetter. Veroffentlichungen des inst. fur Meereskunde und des Geogr. Inst. Univ. Berlin 7, 1-135.

Mecking, L. (1907), Die Treibesier Sheinungen bei Neufoundland in ihrer Abhanyigkeit von W. Herunggsverholtnissen, Annalen d'Hydrographic und Maritimem Meterologie, 35, p. 348-355 et p. 396-409.

Melling, H., sous presse, Ice drift and deformation in the Southeastern Beaufort Sea.

Milne, A.R. (1963), Acoustics under Arctic Sea Ice, MicClure Strait, August-September, 1961, Canada Pacific Naval Laboratory Report 63-1.

Milne, A.R. 1970, Transition from moving the fast ice in Western Viscount Melville Sound, Arctic, 23: 45-46.

Milne, A.R. et B.D. Smiley (1978), Offshore Drilling in Lancaster Sound: Possible Environmental Hazards, Institut des sciences de la mer, Patricia Bay, Sidney, C.-B..

Miller, J. (1980), Unpublished memorandum.

Mowat, F. (1960), Ordeal by Ice, McClelland and Stewart Ltd., Toronto, 422 p.

Miller, F., H. Blatter, R. Braithwaite, H. Ito, G. Kappenberger, A. Uhmura, K. Schroff and A. Zust (1975), Glaciological and Climatological Investigation of the North Water Polynyd in Northern Baffin Bay, Rapport provisoire súr les activités dans la North Water, rapport interne. 149 p.

Nielsen, J.W., (1909a), Forelöbig Meddelelse om Undersögelser over Vestgrönlands Hydrografi, Foretagne under "Tjalfe" - Expedition 1908 Beretn. og kundgörelser vedrörende Kilonierne: Grönl. p. 24-27.

Nielsen, J.W., (1909b), Forelobig Meddelelse om de fra Briggen "Tjalfe" foretagne hydrografishe Undersögelseunne i Sommerem. Beretn. og Kundgörelser vedrörende koloninere: Grönl., pp. 106-110.

Nielsen, J.W., (1928), Waters round Greenland. Greenland 1, p. 185-230, C.A. Reitzel, Copenhagen.

NORCOR (1978), A Study of Ice Conditions Along Marine Shipping Routes in the Arctic Archipelago, préparé par la NORCOR Ltée pour le ministère des Transports, 50 p.

NORCOR (1979), Aerial Iceberg Surveys Baffin Bay 1978, préparé par la NORCOR Ltée pour Pétro-Canada Ltée, 60 p. plus annexes.

NORCOR (1980), Aerial Iceberg Surveys Baffin Bay 1979, préparé par la NORCOR Ltée pour Pétro-Canada Ltée, 79 p. plus annexes.

NORDCO (1979), A study of Ice Drift in Lancaster Sound, July-October, 1978, préparé par la NORDCO Ltée pour Pétro-Canada Ltée, 92 p. plus annexes.

Petterson, O. (1883), On the properties of water and ice. Vega-Expeditionens vetenskapliga iakttagelser, II p. 247-323, Stockholm, F. and G. Beijers Forlag.

Pritchard, R.S., R. Reimer et M.D. Coon (1979), Ice Flow through Straits, Comptes rendus d'une conférence internationale sur le génie portuaire et océanique en milieu arctique, 13 au 18 août 1979, p. 61-74.

Rodman, H. (1890), Reports on Ice and Ice Movements in the North Atlantic Ocean, U.S. Navy Hydrographic Office, No. 93, 26 p.

Seifert, W.J., Cartes inédites de la région de l'île Reine Elizabeth, Etude du plateau continental polaire, EMR. Ottawa.

Smith, E.H. (1931), The Marion Expedition to Davis Strait and Baffin Bay, Scientific Results, Part 3, U.S. Treasury Department, Coast Guard Bulletin No. 19, 221 p.

Sodhi, D.S. (1977), Ice Arching and the Drift of Pack Ice through Restricted Channels. Cold Regions Research and Engineering Laboratory Report 77-18, 11 p.

Steenstrup, K.J.V. (1893), Bidgragtil Kjendskab til Braeerne ug Brae Isen i Nord Gronland, Meddelelser om Gronland, Vol. 4, p. 71- 112.

Sverdrup, H.U. (1928), The Wind-Drift of the Ice on the North Siberian Shelf. The Norwegian North Polar Expedition with the "Maud" 1918-1925. Scientific Results. Vol. 4 No. 1 p. 1-46. Bergen.

Sverdrup, H.U. (1929), The Waters on the North Siberian Shelf. Ibid. Vol. 4, No. 2, p. 1-75. Bergen.

Swithinbank, C. (1960), Ice Atlas of Arctic Canada, Conseil de recherches pour la défense, Ottawa, Ont.

U.S. Naval Hydrographic Office (1956, 1958, 1960-64) Report of the Ice observing and Forecast Program, Special Publications, Washington, D.C.

Verral, R.I. J.H. Ganton, and A.R. Milne (1974), An Ice Drift Measurement in Western Parry Channel, Arctic, 27, p. 47-52.

Vowinckel, E. and S. Orvig (1966), Energy Balance of the Arctic, 5, The Heat Budget of the Arctic Ocean Arch. Meteor. Geophys. Bioklimatol., A. 14, p. 303-325.

Walker, E.R. (1975), Oil Ice and Climate in the Beaufort Sea, Beaufort Sea Project Technical Report No. 35, Institut des sciences de la mer, Sidney, C.-B., ministère des Pêcheries et de l'Environnement.

Walmsley, J.L. (1966), Ice Cover and Surface Heat Fluxes in Baffin Bay, McGill University Marine Sciences Centre Manuscript Report No. 2.

Walsh, J.E. and C.M. Johnson (1979), An Analysis of Sea Ice Fluctuations, 1953-77, J. Phys. Oceanog. 9, p. 580-591.

Wandel, C.F. (1891), On de Hydrogryphisko Forhold Davis-Straedet Medel om Gronl., 7, 57-1B.

Welsh, J.P., Dr. and S.M. Phillips (1973), Iceberg Drift from Surface Currents, U.S. Coast Guard Bulletin No. 59, Appendix B, 5 p.

Weyprecht, K. (1897), Metamorphosen des Polareises. Verag von Moritz Perles, Vienna. p. 1-284.

Wittman, W.I., (1972), Comment on the paper of Løken, Ommanney and Holdsworth (1972), Dans: Sea Ice, an international conference, Reykjavik, Iceland. p. 151.

ANNEXE 1A

Cartes de la concentration de glace obtenues à partir des données sur les paramètres de la glace du SEA traduites en numérique. Les résultats sont présentés pour des intervalles semi-mensuels pendant la période de mai à octobre et basés sur les 20^{e} centile de l'étendue des valeurs des concentrations de glace.

Légende

Concentration de $\frac{10}{10}$

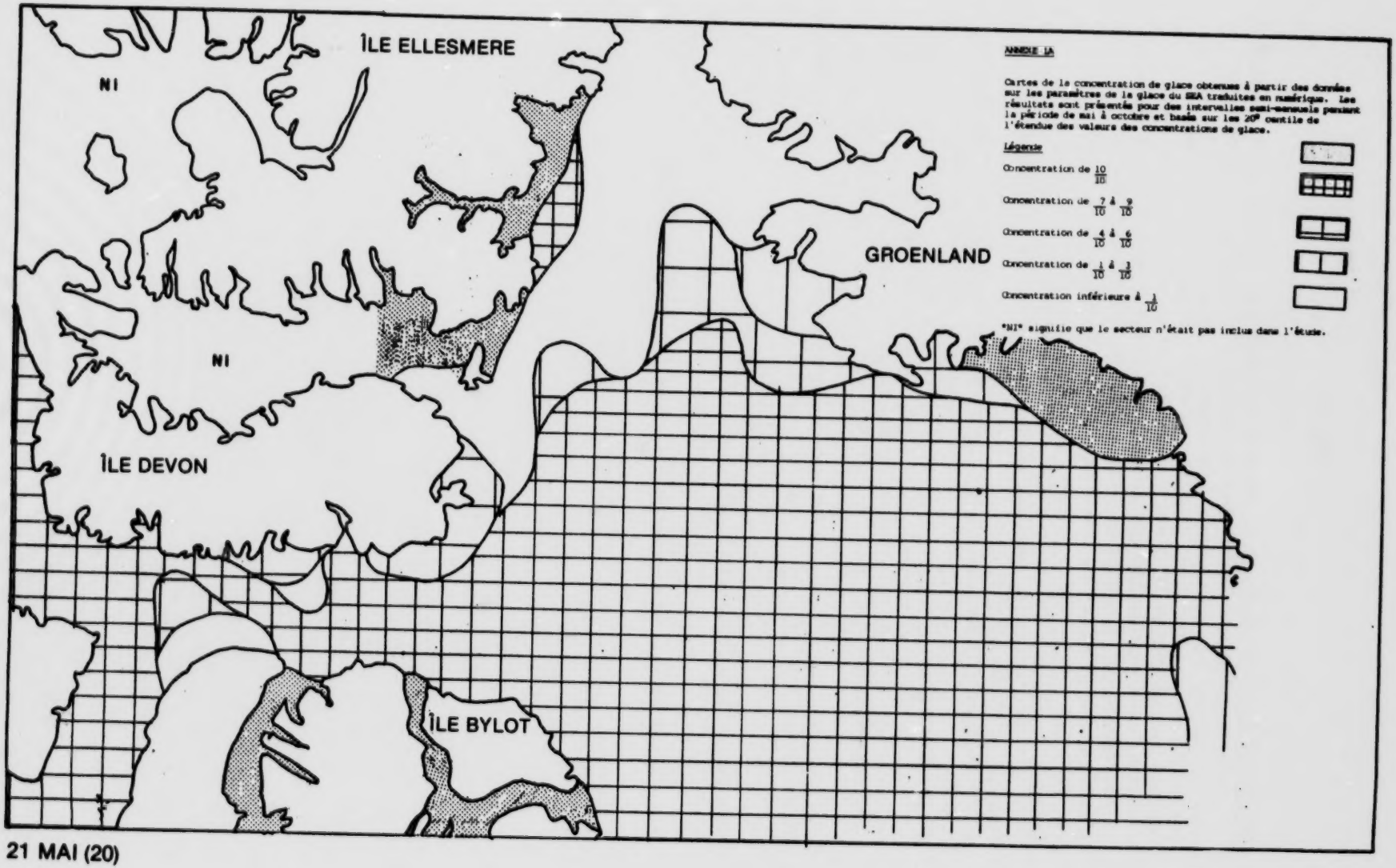
Concentration de $\frac{7}{10}$ à $\frac{9}{10}$

Concentration de $\frac{4}{10}$ à $\frac{6}{10}$

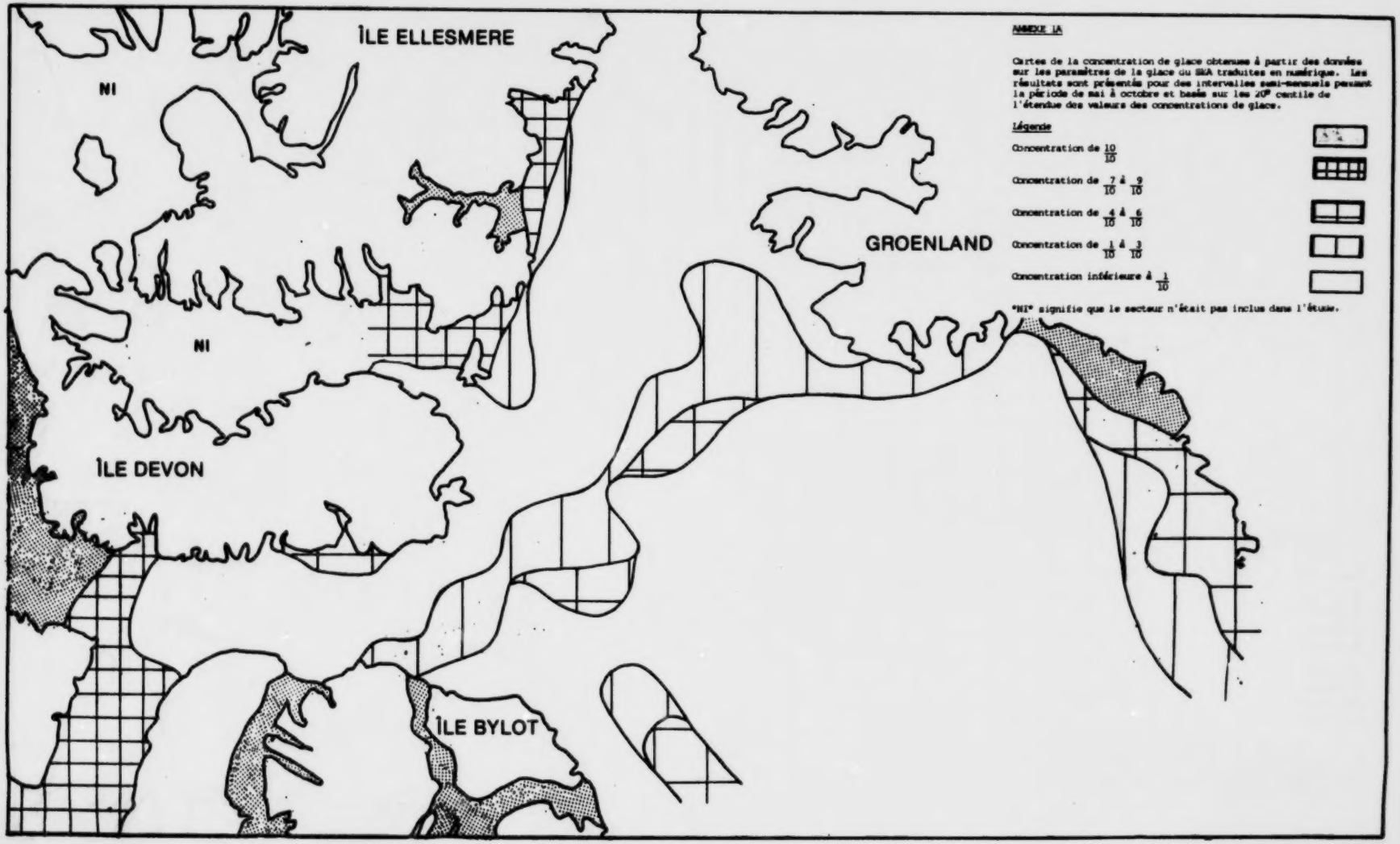
Concentration de $\frac{1}{10}$ à $\frac{3}{10}$

Concentration inférieure à $\frac{1}{10}$

NI signifie que le secteur n'était pas inclus dans l'étude.


ÎLE ELLESMERE
NI
NI
ÎLE DEVON
GROENLAND
ÎLE BYLOT
ANNEXE 1A
Cartes de la concentration de glace obtenues à partir des données sur les paramètres de la glace du SEA traduites en numérique. Les résultats sont présentés pour des intervalles semi-mensuels pendant la période de mai à octobre et basés sur les 20e centile de l'étendue des valeurs des concentrations de glace.
Légende
Concentration de 10/10
Concentration de 7/10 à 9/10
Concentration de 4/10 à 6/10
Concentration de 1/10 à 3/10
Concentration inférieure à 1/10
"NI" signifie que le secteur n'était pas inclus dans l'étude.

21 MAI (20)



ANNEXE 1A

Cartes de la concentration de glace obtenues à partir des données sur les paramètres de la glace du SRA traduites en numérique. Les résultats sont présentés pour des intervalles semi-mensuels pendant la période de mai à octobre et basés sur les 20e centile de l'étendue des valeurs des concentrations de glace.

Légende

Concentration de $\frac{10}{10}$

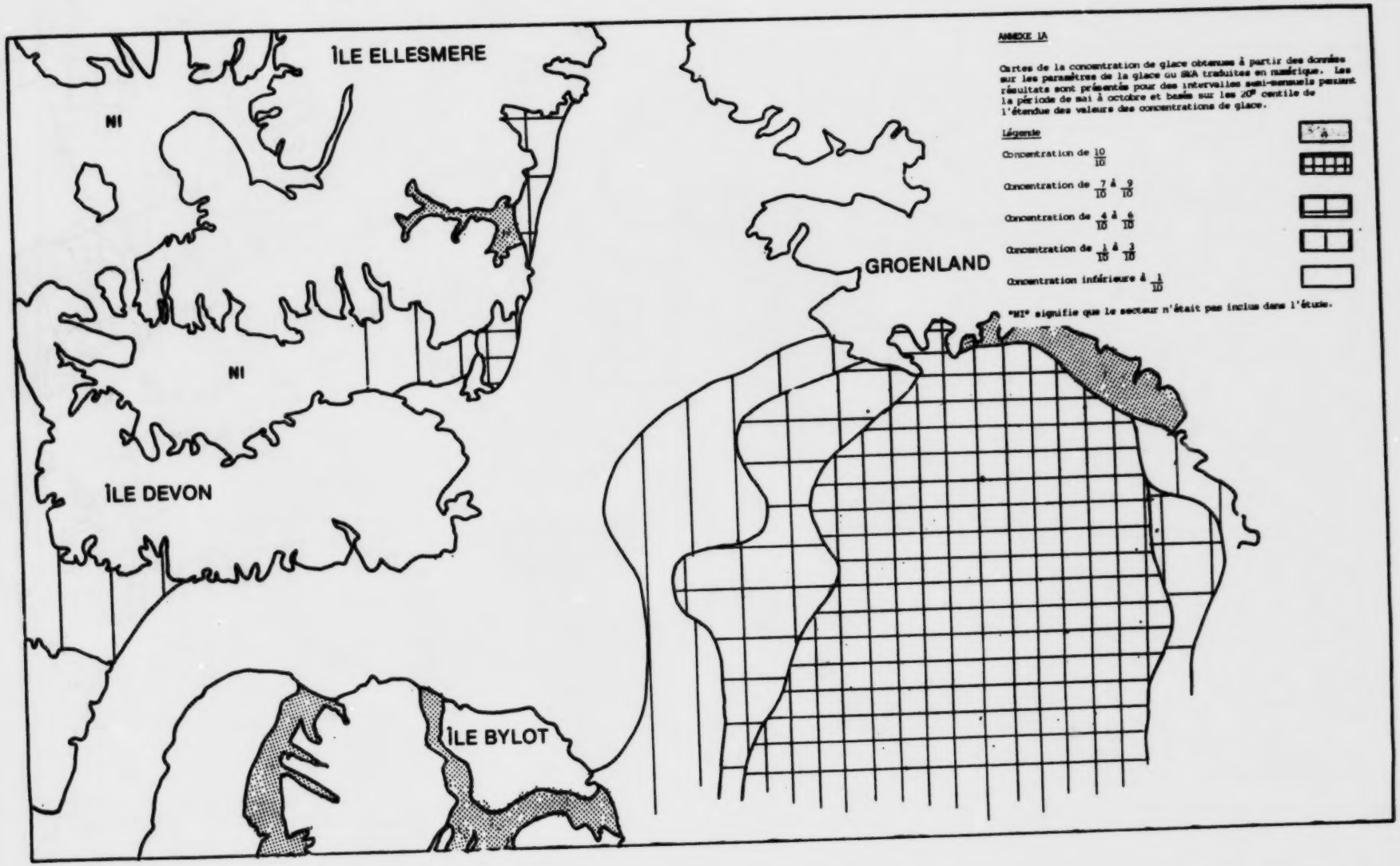
Concentration de $\frac{7}{10}$ à $\frac{9}{10}$

Concentration de $\frac{4}{10}$ à $\frac{6}{10}$

Concentration de $\frac{1}{10}$ à $\frac{3}{10}$

Concentration inférieure à $\frac{1}{10}$

"NI" signifie que le secteur n'était pas inclus dans l'étude.



ANNEXE 1A

Cartes de la concentration de glace obtenues à partir des données sur les paramètres de la glace du SRA traduites en numérique. Les résultats sont présentés pour des intervalles semi-mensuels pendant la période de mai à octobre et basés sur les 20e centile de l'étendue des valeurs des concentrations de glace.

Légende

Concentration de $\frac{10}{10}$

Concentration de $\frac{7}{10}$ à $\frac{9}{10}$

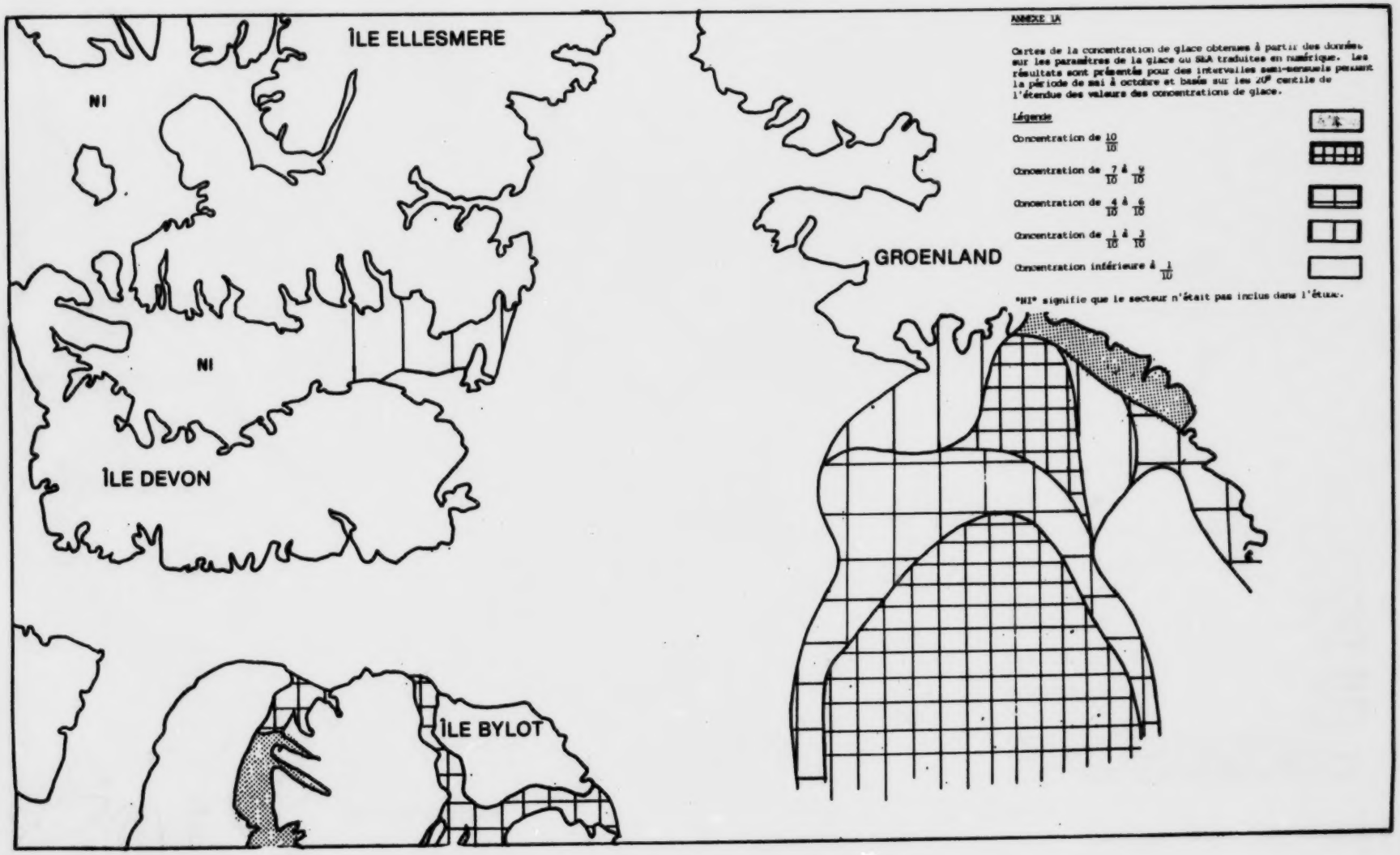
Concentration de $\frac{4}{10}$ à $\frac{6}{10}$

Concentration de $\frac{1}{10}$ à $\frac{3}{10}$

Concentration inférieure à $\frac{1}{10}$

"NI" signifie que le secteur n'était pas inclus dans l'étude.

18 JUIN (20)



ANNEXE 1A

Cartes de la concentration de glace obtenues à partir des données sur les paramètres de la glace du SRA traduites en numérique. Les résultats sont présentés pour des intervalles semi-mensuels pendant la période de mai à octobre et basés sur les 20e centile de l'étendue des valeurs des concentrations de glace.

Légende

Concentration de $\frac{10}{10}$

Concentration de $\frac{7}{10}$ à $\frac{9}{10}$

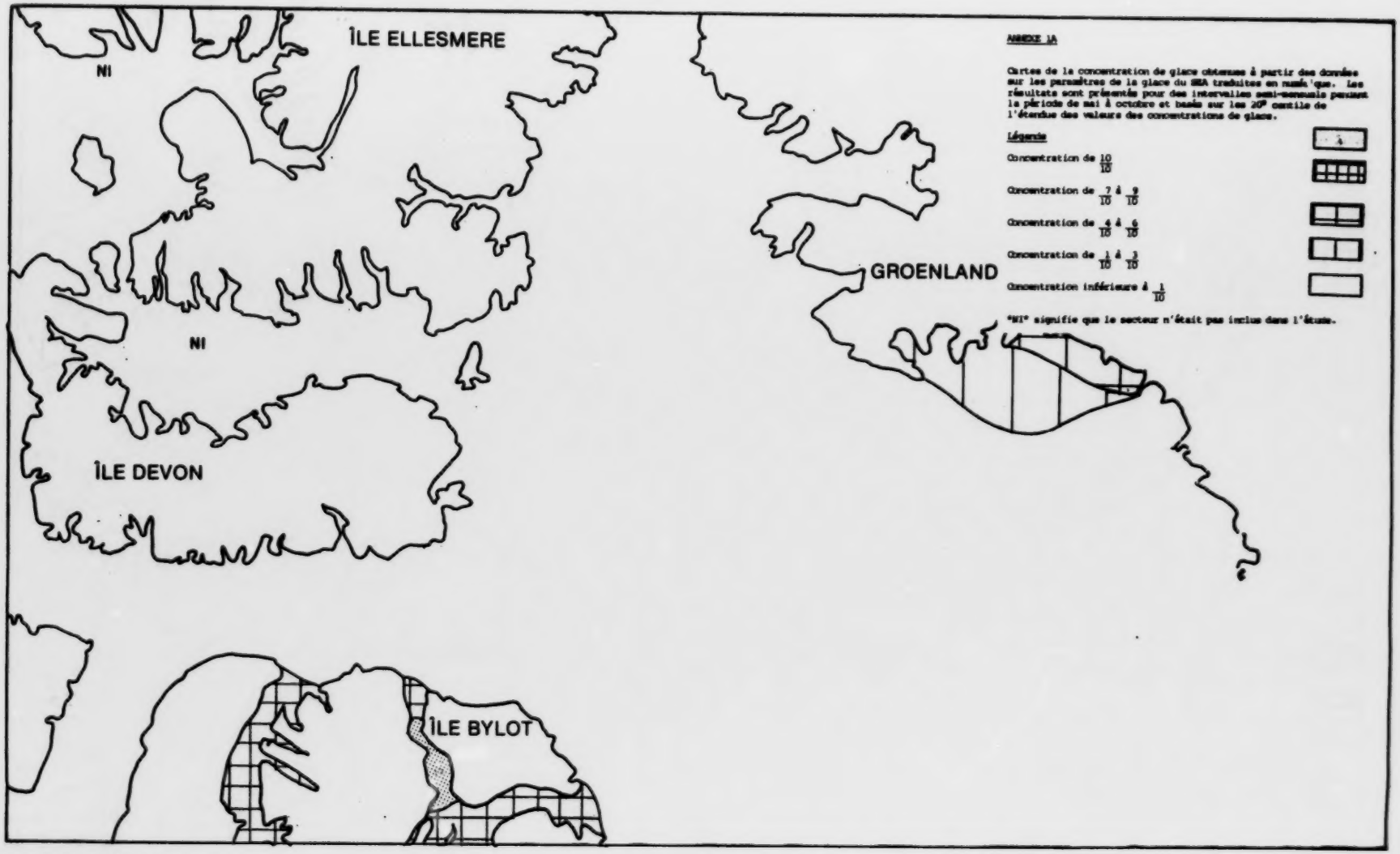
Concentration de $\frac{4}{10}$ à $\frac{6}{10}$

Concentration de $\frac{1}{10}$ à $\frac{3}{10}$

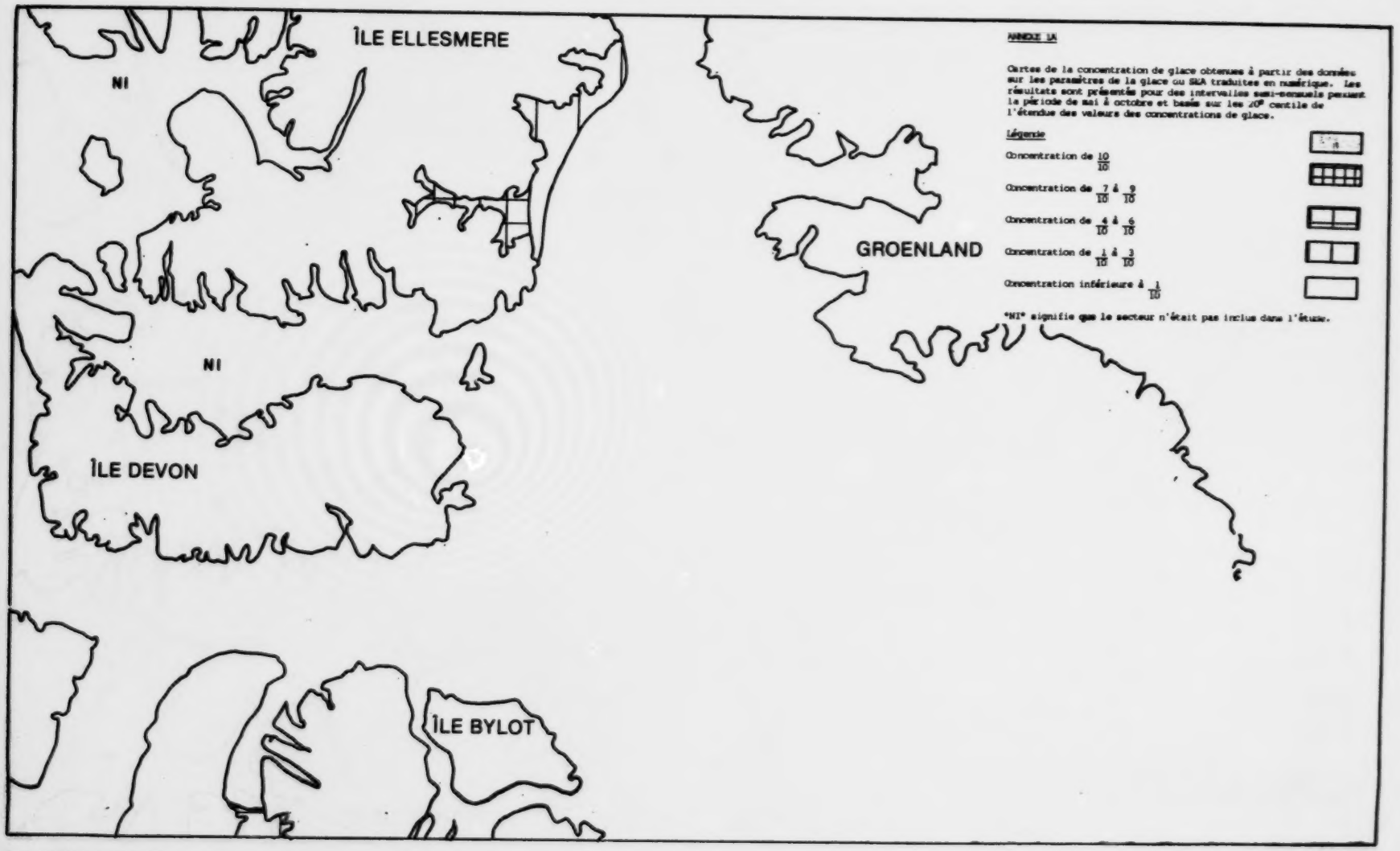
Concentration inférieure à $\frac{1}{10}$

"NI" signifie que le secteur n'était pas inclus dans l'étude.

2 JUILLET (20)



16 JUILLET (20)



ANNEXE 1A

Cartes de la concentration de glace obtenues à partir des données sur les paramètres de la glace ou SIA traduites en numérique. Les résultats sont présentés pour des intervalles semi-mensuels pendant la période de mai à octobre et basés sur les 20e centile de l'étendue des valeurs des concentrations de glace.

Légende

Concentration de $\frac{10}{10}$

Concentration de $\frac{7}{10}$ à $\frac{9}{10}$

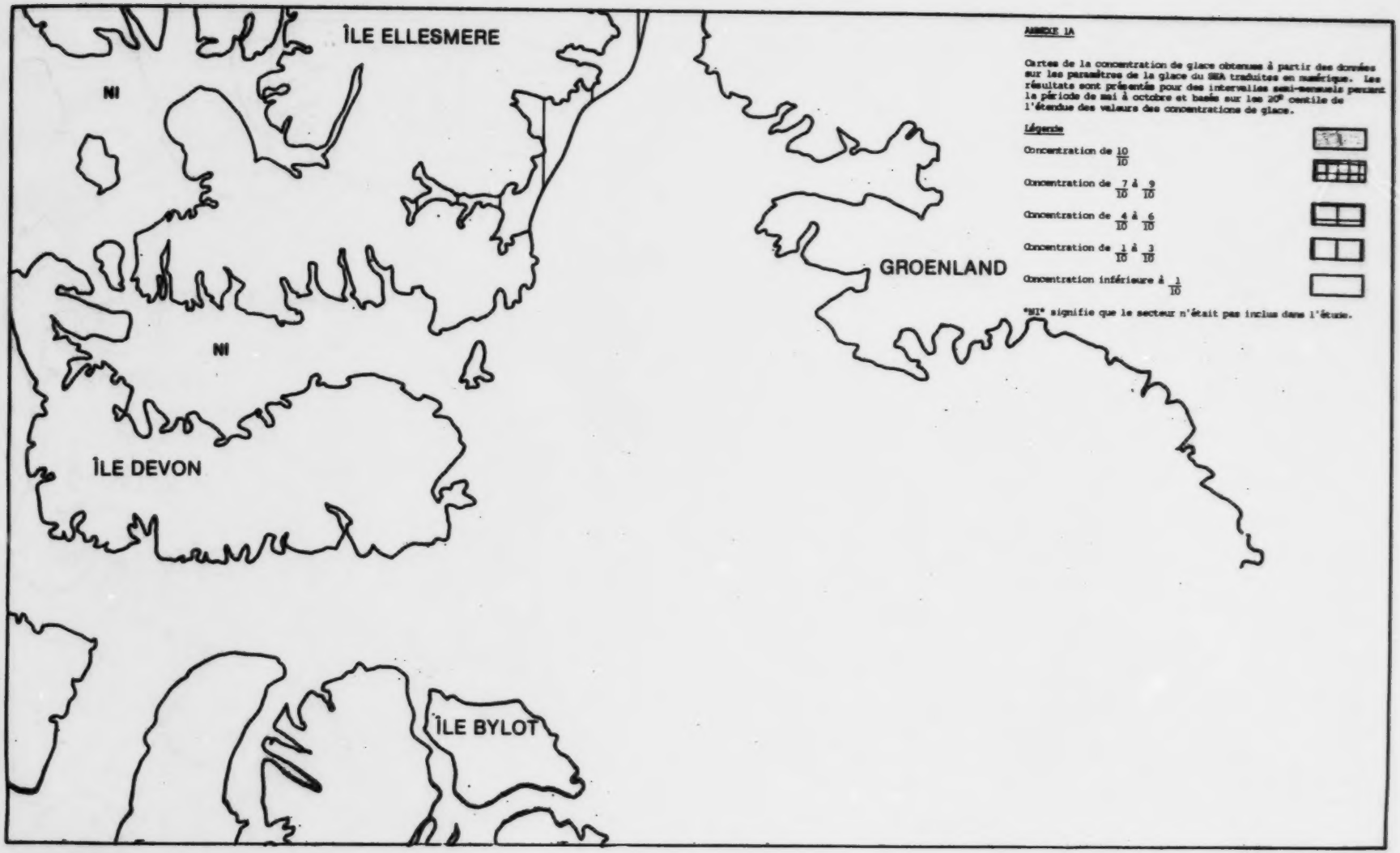
Concentration de $\frac{4}{10}$ à $\frac{6}{10}$

Concentration de $\frac{1}{10}$ à $\frac{3}{10}$

Concentration inférieure à $\frac{1}{10}$

"NI" signifie que le secteur n'était pas inclus dans l'étude.

30 JUILLET (20)



ANNEXE 1A

Cartes de la concentration de glace obtenues à partir des données sur les paramètres de la glace du SEA traduites en numérique. Les résultats sont présentés pour des intervalles semi-mensuels pendant la période de mai à octobre et basés sur les 20^{e} centile de l'étendue des valeurs des concentrations de glace.

Légende

Concentration de $\frac{10}{10}$

Concentration de $\frac{7}{10}$ à $\frac{9}{10}$

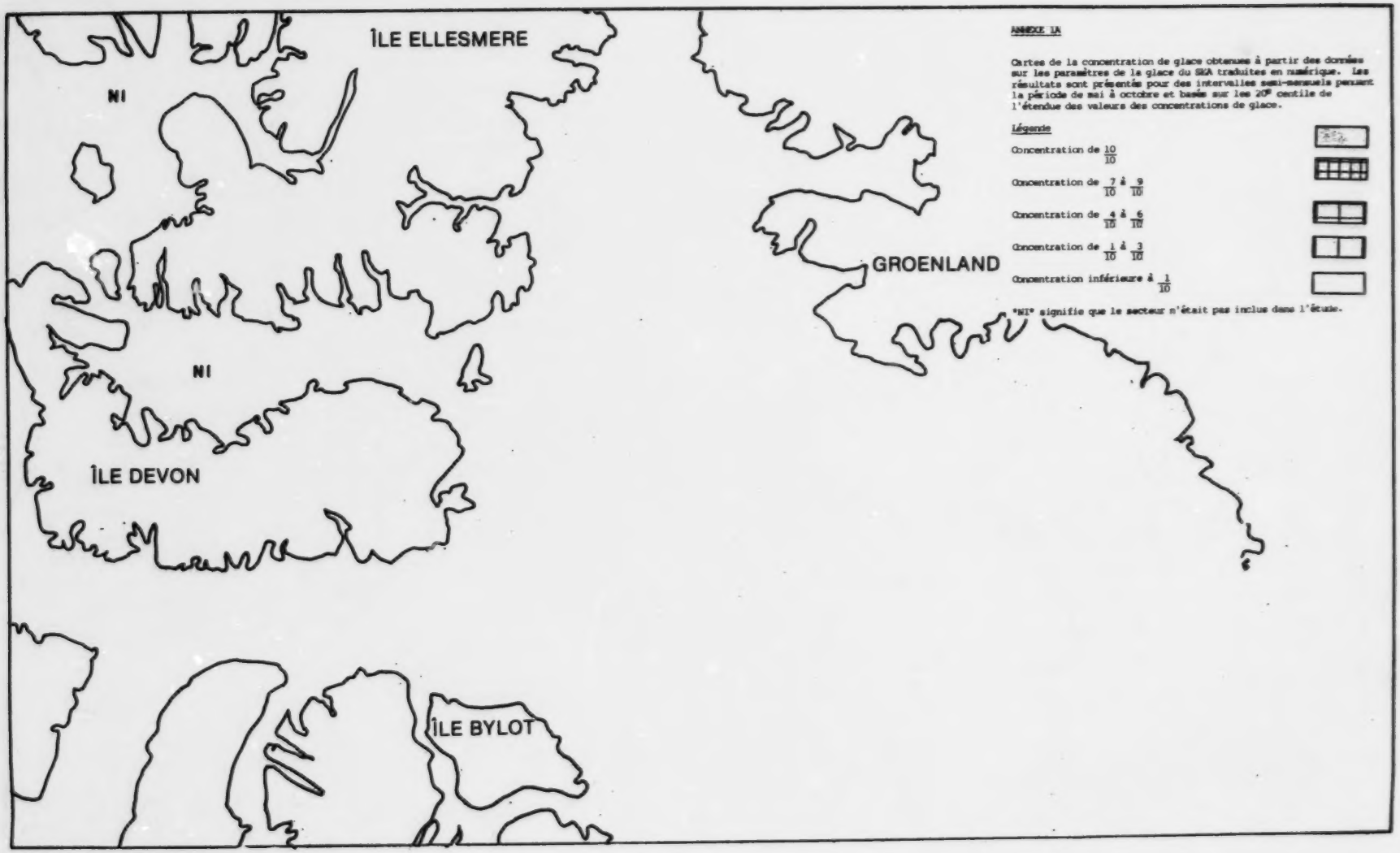
Concentration de $\frac{4}{10}$ à $\frac{6}{10}$

Concentration de $\frac{1}{10}$ à $\frac{3}{10}$

Concentration inférieure à $\frac{1}{10}$

"NI" signifie que le secteur n'était pas inclus dans l'étude.

13 AOÛT (20)



ANNEXE 1A

Cartes de la concentration de glace obtenues à partir des données sur les paramètres de la glace du SRA traduites en numérique. Les résultats sont présentés pour des intervalles semi-mensuels pendant la période de mai à octobre et basés sur les 20e centile de l'étendue des valeurs des concentrations de glace.

Légende

Concentration de $\frac{10}{10}$

Concentration de $\frac{7}{10}$ à $\frac{9}{10}$

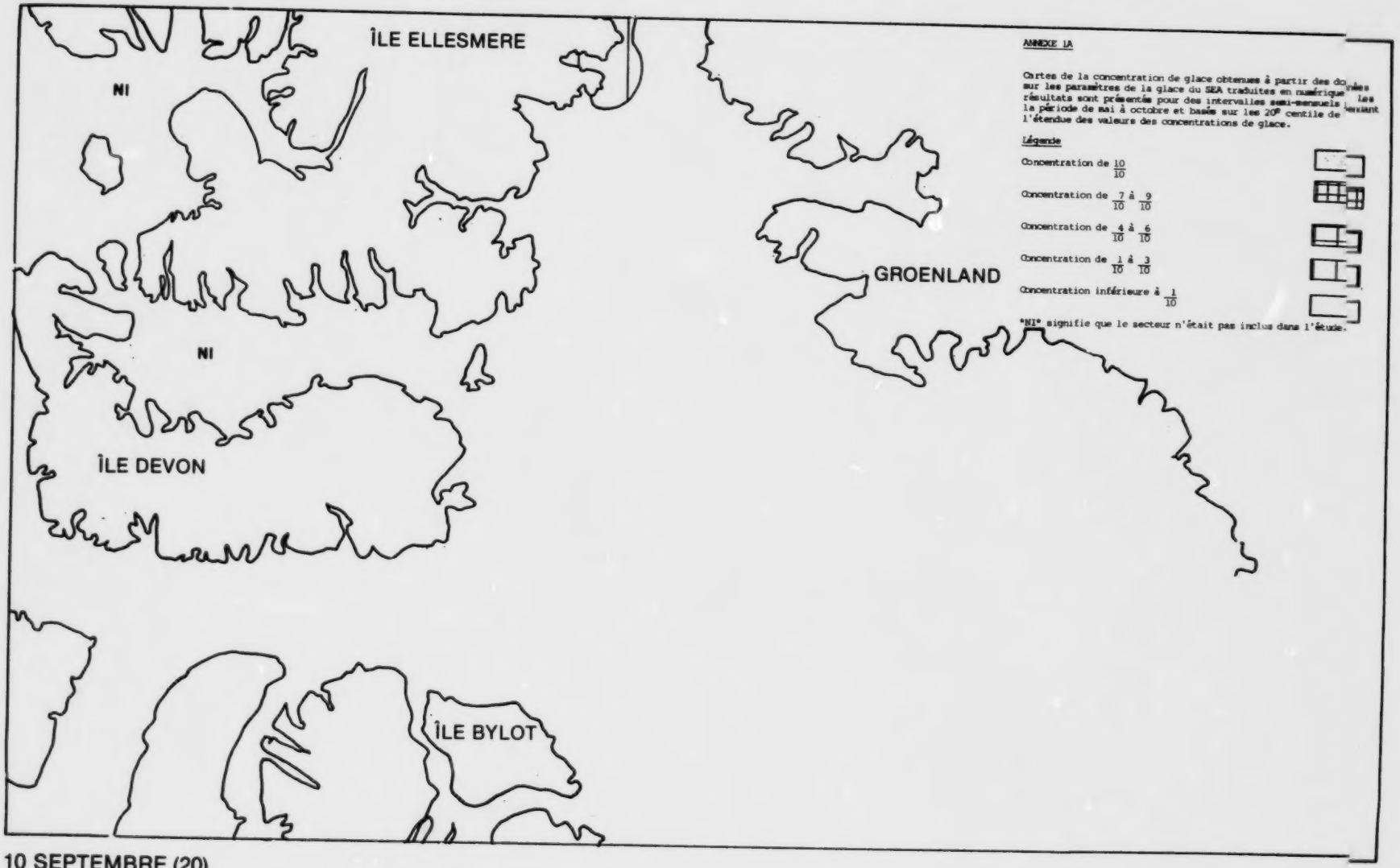
Concentration de $\frac{4}{10}$ à $\frac{6}{10}$

Concentration de $\frac{1}{10}$ à $\frac{3}{10}$

Concentration inférieure à $\frac{1}{10}$

"NI" signifie que le secteur n'était pas inclus dans l'étude.

27 AOÛT (20)



ANNEXE 1A

Cartes de la concentration de glace obtenues à partir des do... sur les paramètres de la glace du SEA traduites en numérique... résultats sont présentés pour des intervalles semi-mensuels ... la période de mai à octobre et basés sur les 20e centile de ... l'étendue des valeurs des concentrations de glace.

Légende

Concentration de $\frac{10}{10}$

Concentration de $\frac{7}{10}$ à $\frac{9}{10}$

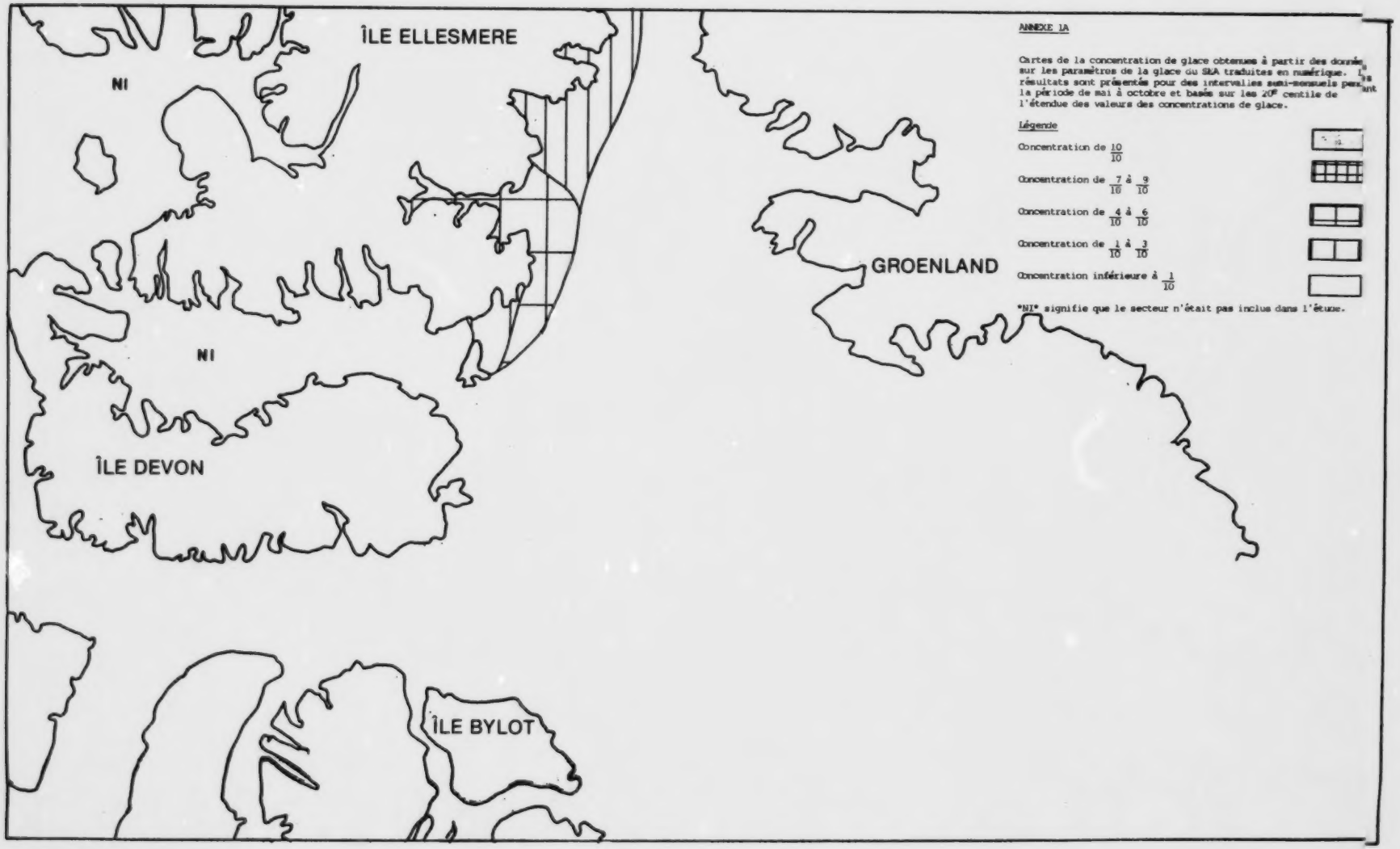
Concentration de $\frac{4}{10}$ à $\frac{6}{10}$

Concentration de $\frac{1}{10}$ à $\frac{3}{10}$

Concentration inférieure à $\frac{1}{10}$

"NI" signifie que le secteur n'était pas inclus dans l'étude.

10 SEPTEMBRE (20)



ANNEXE 1A

Cartes de la concentration de glace obtenues à partir des données sur les paramètres de la glace du SRA traduites en numérique. Les résultats sont présentés pour des intervalles semi-mensuels pendant la période de mai à octobre et basés sur les 20e centile de l'étendue des valeurs des concentrations de glace.

Légende

Concentration de $\frac{10}{10}$

Concentration de $\frac{7}{10}$ à $\frac{9}{10}$

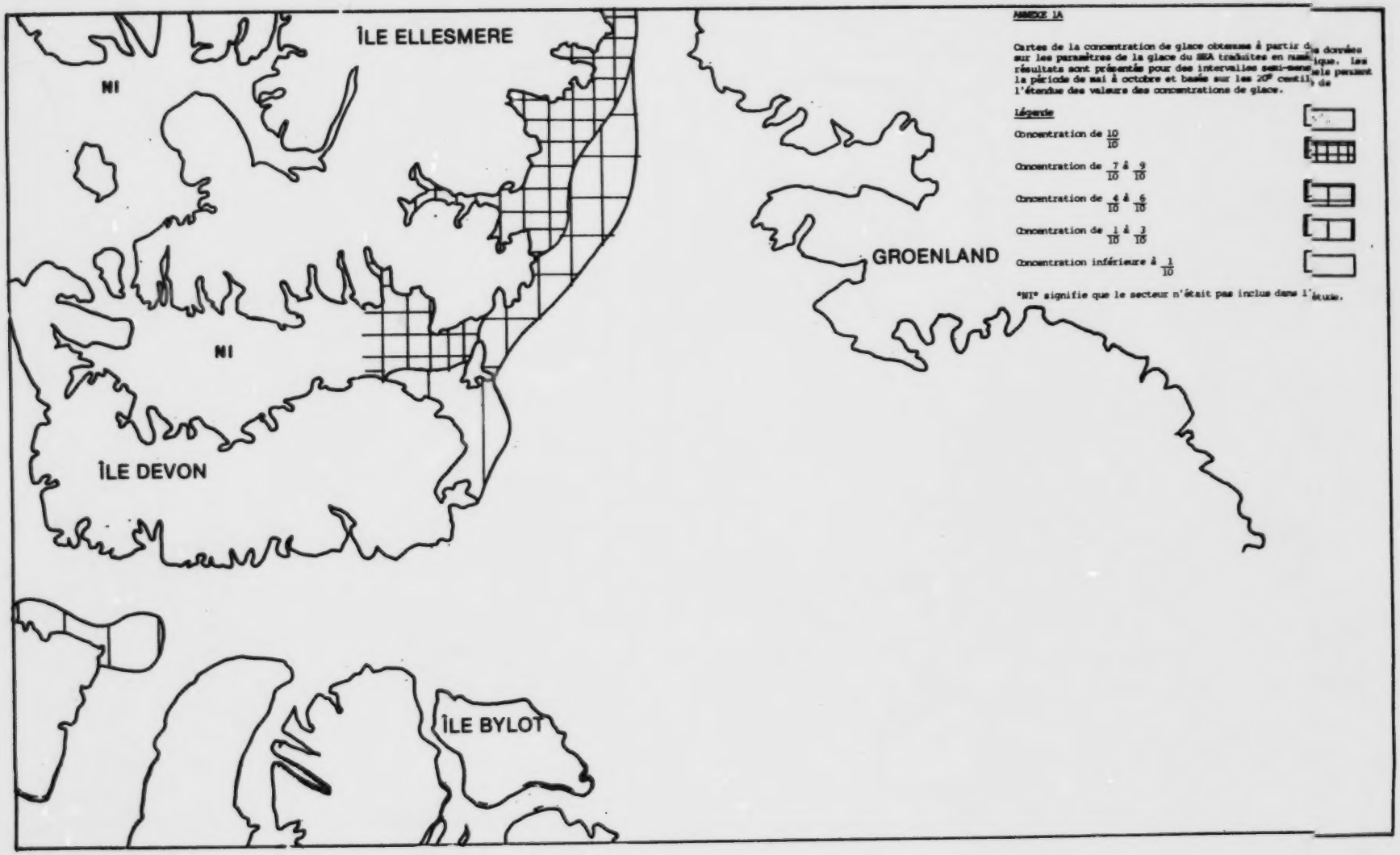
Concentration de $\frac{4}{10}$ à $\frac{6}{10}$

Concentration de $\frac{1}{10}$ à $\frac{3}{10}$

Concentration inférieure à $\frac{1}{10}$

"NI" signifie que le secteur n'était pas inclus dans l'étude.

24 SEPTEMBRE (20)



ANNEXE 1A

Cartes de la concentration de glace obtenues à partir d[illegible] sur les paramètres de la glace du SRA traduites en numé[illegible] résultats sont présentés pour des intervalles semi-sema[illegible] la période de mai à octobre et basés sur les 20e centil[illegible] l'étendue des valeurs des concentrations de glace.

[illegible]a données [illegible]ique. Les [illegible]le permet [illegible] de

Légende

Concentration de $\frac{10}{10}$

Concentration de $\frac{7}{10}$ à $\frac{9}{10}$

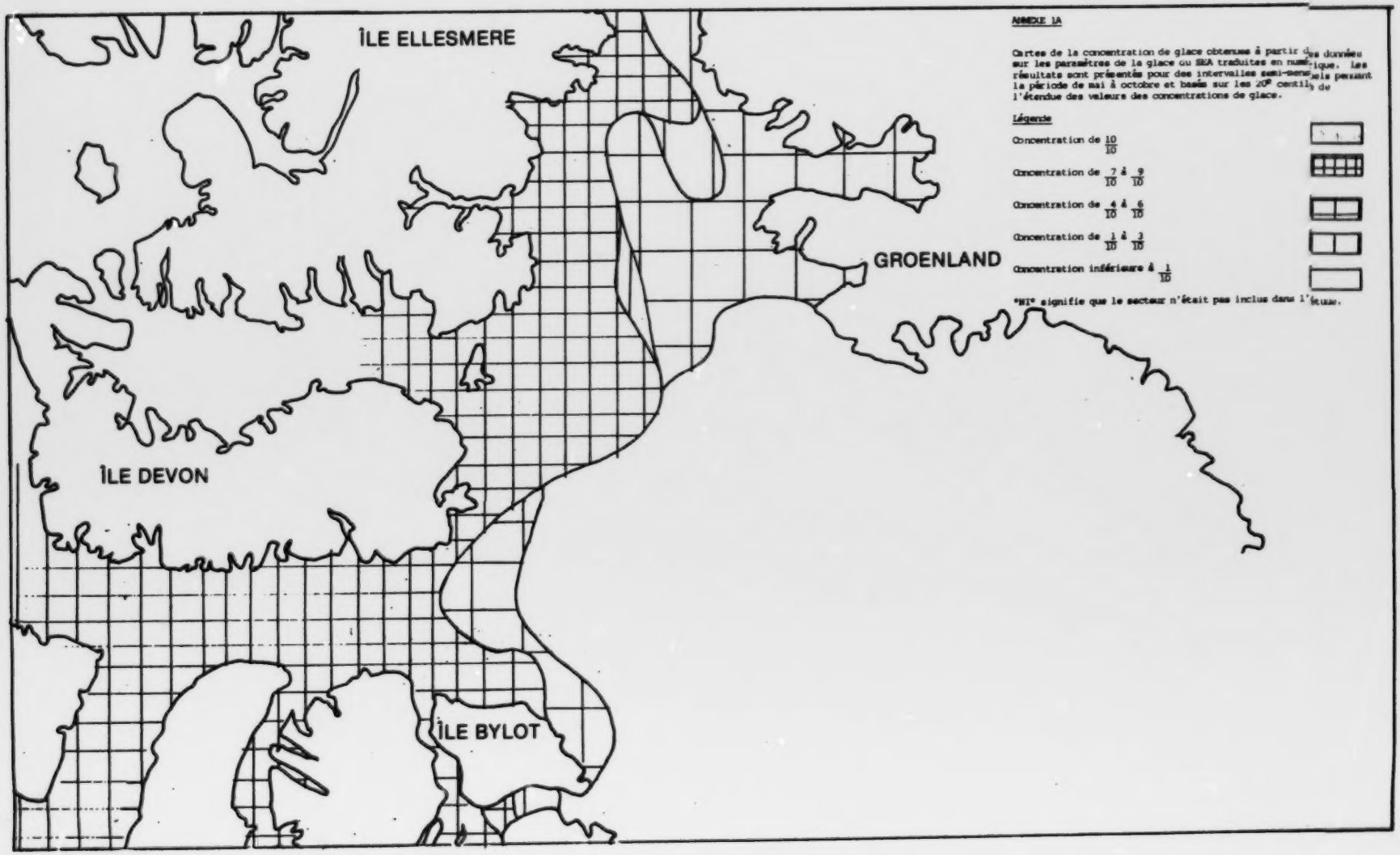
Concentration de $\frac{4}{10}$ à $\frac{6}{10}$

Concentration de $\frac{1}{10}$ à $\frac{3}{10}$

Concentration inférieure à $\frac{1}{10}$

"NI" signifie que le secteur n'était pas inclus dans l'étude.

8 OCTOBRE (20)



ANNEXE 1A

Cartes de la concentration de glace obtenues à partir des données sur les paramètres de la glace du SEA traduites en numérique. Les résultats sont présentés pour des intervalles semi-semaine pour la période de mai à octobre et basés sur les 20e centiles de l'étendue des valeurs des concentrations de glace.

Légende

Concentration de $\frac{10}{10}$

Concentration de $\frac{7}{10}$ à $\frac{9}{10}$

Concentration de $\frac{4}{10}$ à $\frac{6}{10}$

Concentration de $\frac{1}{10}$ à $\frac{3}{10}$

Concentration inférieure à $\frac{1}{10}$

NI signifie que le secteur n'était pas inclus dans l'étude.

22 OCTOBRE (20)

ANNEXE 1B

Cartes de la concentration de glace obtenues à partir des données sur les paramètres de la glace du SEA traduites en numérique. Les résultats sont présentés pour des intervalles semi-mensuels pendant la période de mai à octobre et basés sur les 50e centile de l'étendue des valeurs des concentrations de glace.

Légende

Concentration de $\frac{10}{10}$

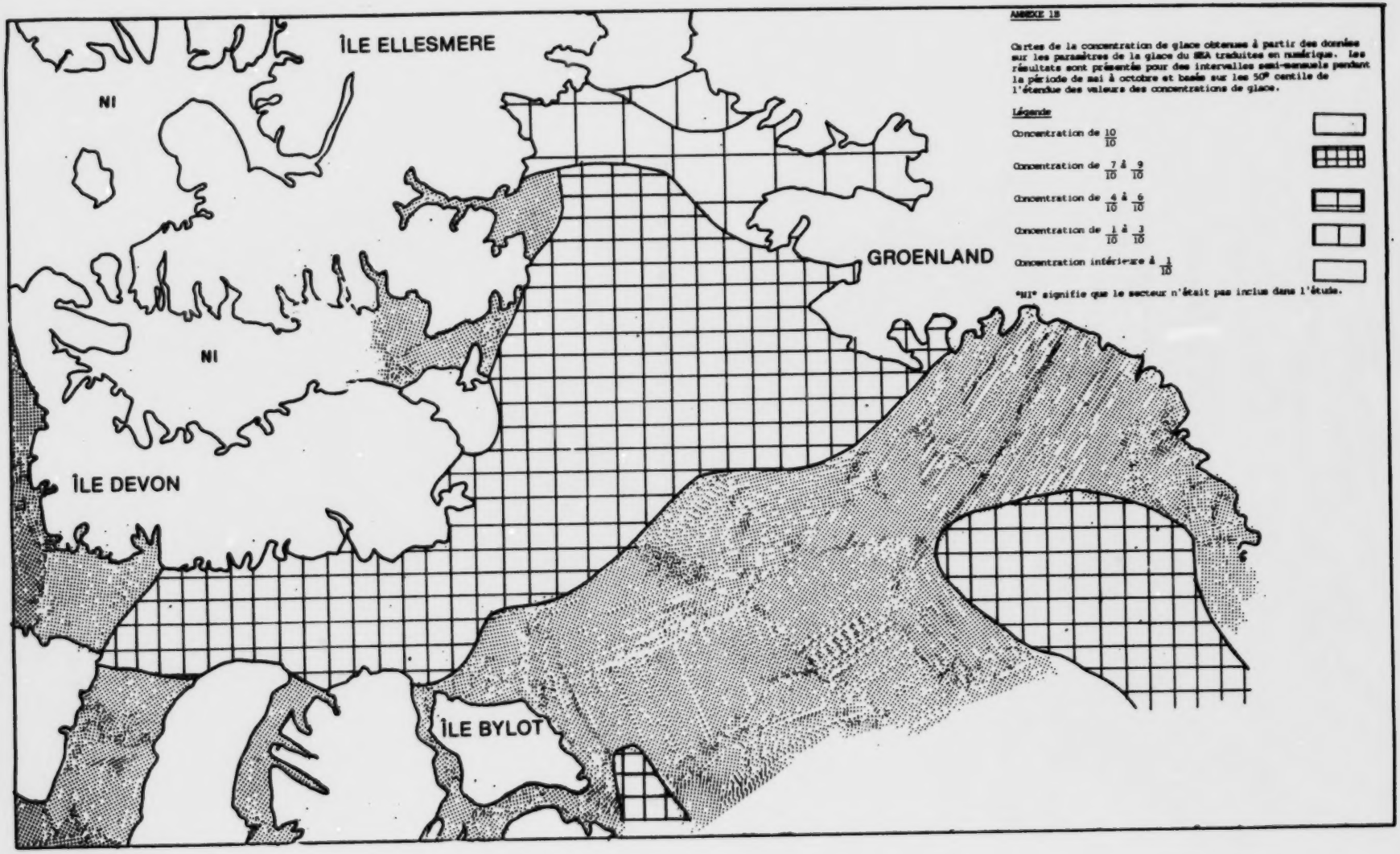
Concentration de $\frac{7}{10}$ à $\frac{9}{10}$

Concentration de $\frac{4}{10}$ à $\frac{6}{10}$

Concentration de $\frac{1}{10}$ à $\frac{3}{10}$

Concentration inférieure à $\frac{1}{10}$

NI signifie que le secteur n'était pas inclus dans l'étude.



ANNEXE 1B

Cartes de la concentration de glace obtenues à partir des données sur les paramètres de la glace du MEA traduites en numérique. Les résultats sont présentés pour des intervalles semi-mensuels pendant la période de mai à octobre et basés sur les 50e centile de l'étendue des valeurs des concentrations de glace.

Légende

Concentration de $\frac{10}{10}$

Concentration de $\frac{7}{10}$ à $\frac{9}{10}$

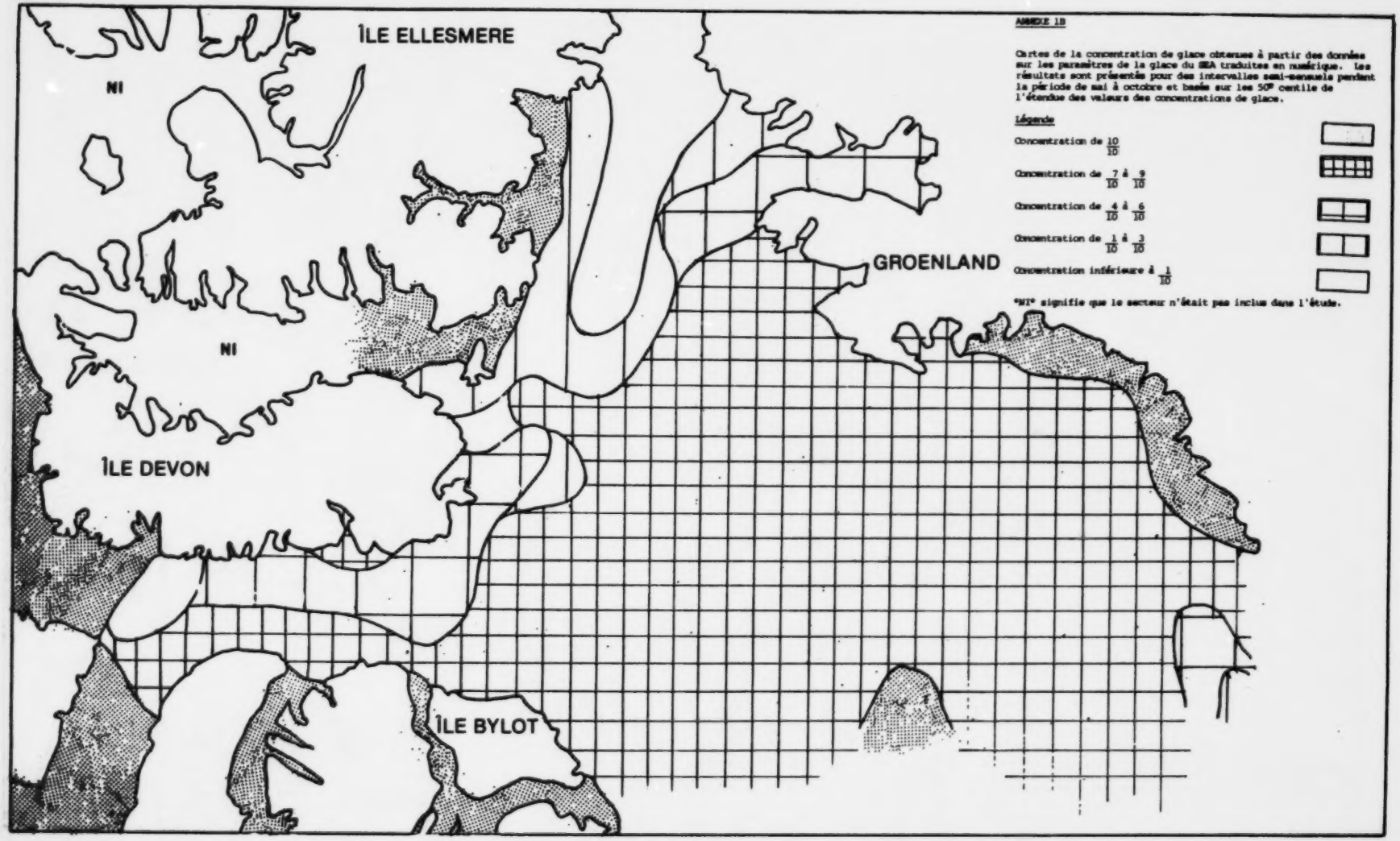
Concentration de $\frac{4}{10}$ à $\frac{6}{10}$

Concentration de $\frac{1}{10}$ à $\frac{3}{10}$

Concentration inférieure à $\frac{1}{10}$

"NI" signifie que le secteur n'était pas inclus dans l'étude.

21 MAI (50)



ANNEXE 1B

Cartes de la concentration de glace obtenues à partir des données sur les paramètres de la glace du SEA traduites en numérique. Les résultats sont présentés pour des intervalles semi-mensuels pendant la période de mai à octobre et basés sur les 50e centile de l'étendue des valeurs des concentrations de glace.

Légende

Concentration de $\frac{10}{10}$

Concentration de $\frac{7}{10}$ à $\frac{9}{10}$

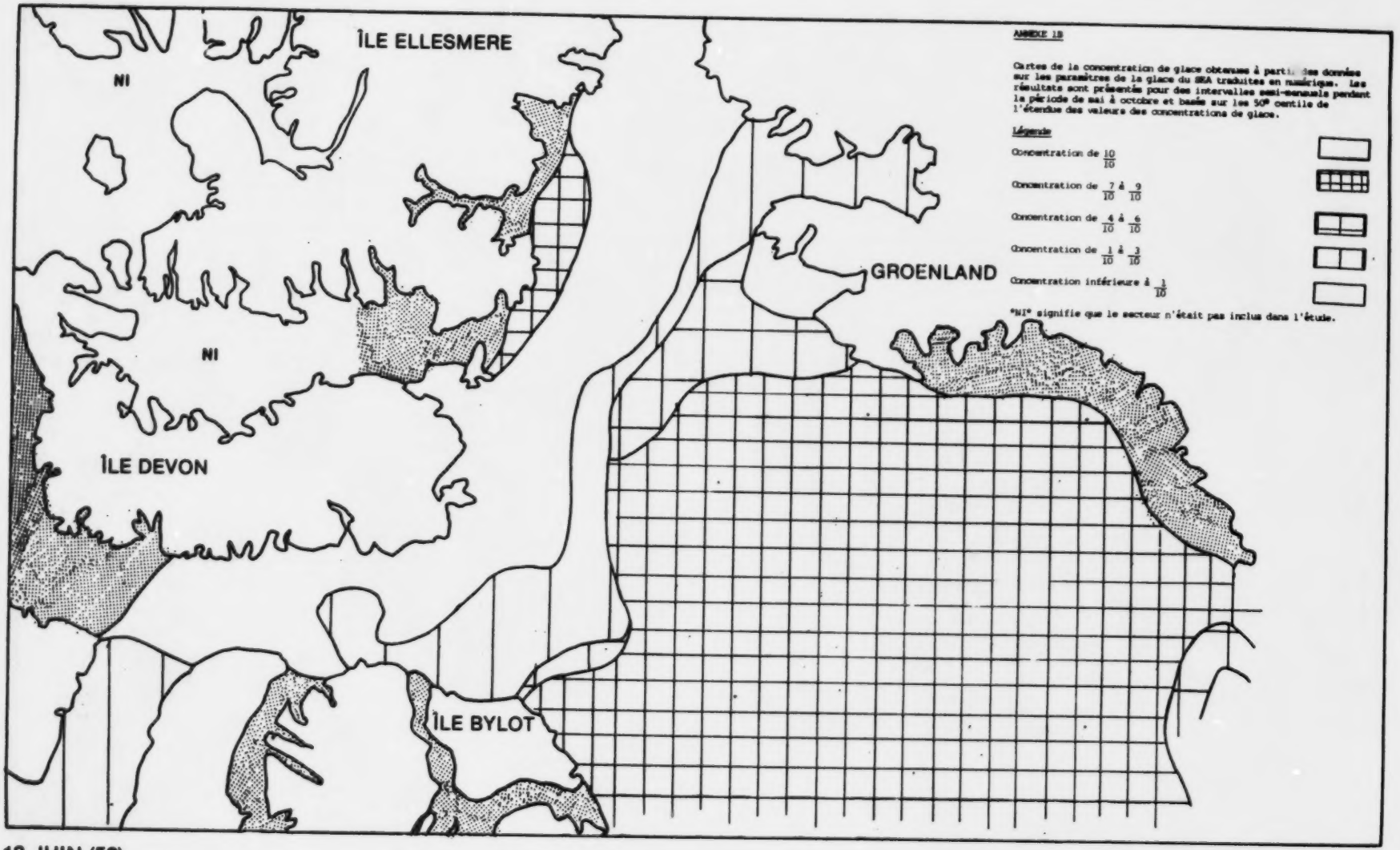
Concentration de $\frac{4}{10}$ à $\frac{6}{10}$

Concentration de $\frac{1}{10}$ à $\frac{3}{10}$

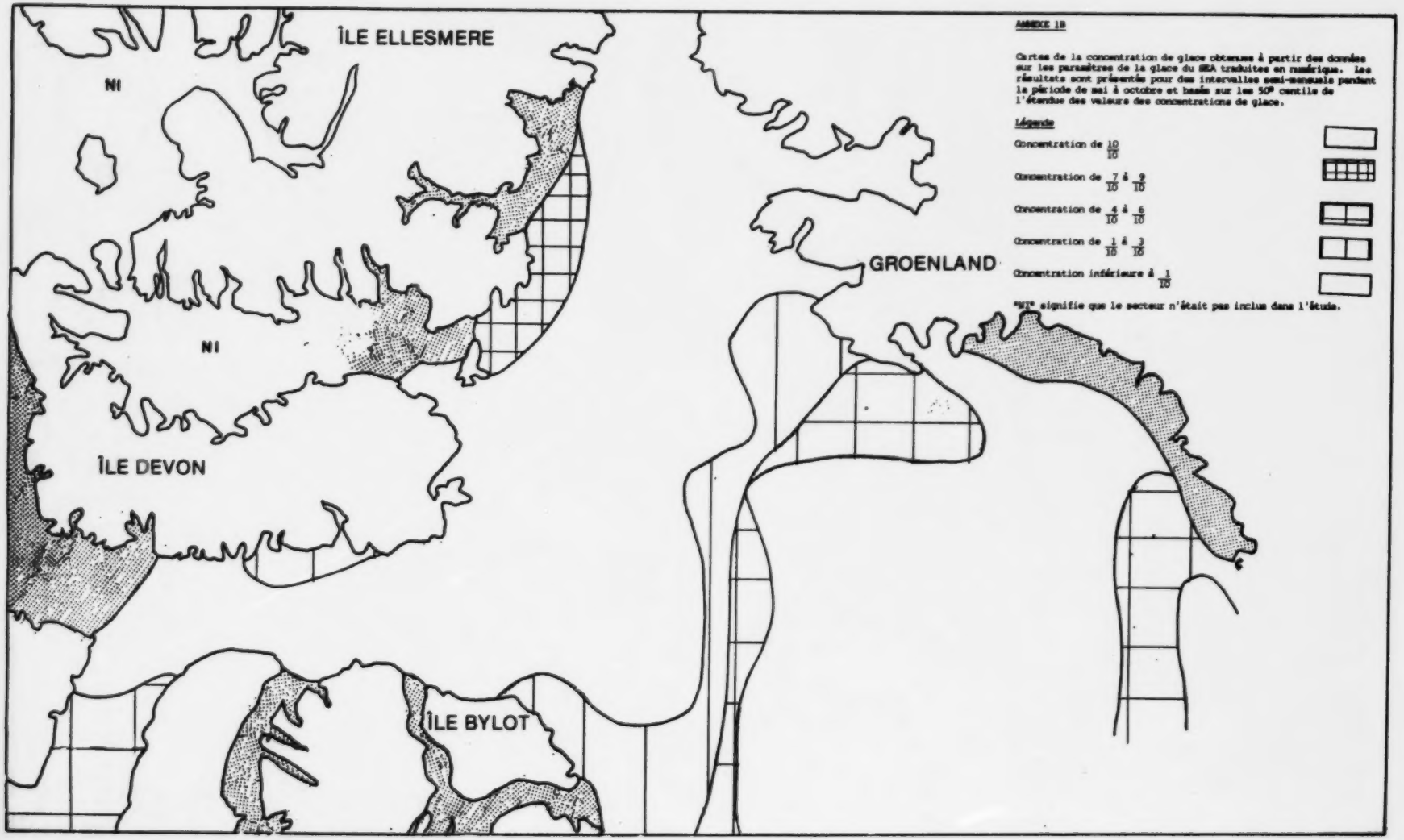
Concentration inférieure à $\frac{1}{10}$

"NI" signifie que le secteur n'était pas inclus dans l'étude.

4 JUIN (50)


ÎLE ELLESMERE
NI
NI
ÎLE DEVON
GROENLAND
ÎLE BYLOT
ANNEXE 1B
Cartes de la concentration de glace obtenues à partir des données sur les paramètres de la glace du SRA traduites en numérique. Les résultats sont présentés pour des intervalles semi-mensuels pendant la période de mai à octobre et basés sur les 50e centile de l'étendue des valeurs des concentrations de glace.
Légende
Concentration de 10/10
Concentration de 7/10 à 9/10
Concentration de 4/10 à 6/10
Concentration de 1/10 à 3/10
Concentration inférieure à 1/10
"NI" signifie que le secteur n'était pas inclus dans l'étude.

18 JUIN (50)



ANNEXE 1B

Cartes de la concentration de glace obtenues à partir des données sur les paramètres de la glace du SRA traduites en numérique. Les résultats sont présentés pour des intervalles semi-mensuels pendant la période de mai à octobre et basés sur les 50^{e} centile de l'étendue des valeurs des concentrations de glace.

Légende

Concentration de $\frac{10}{10}$

Concentration de $\frac{7}{10}$ à $\frac{9}{10}$

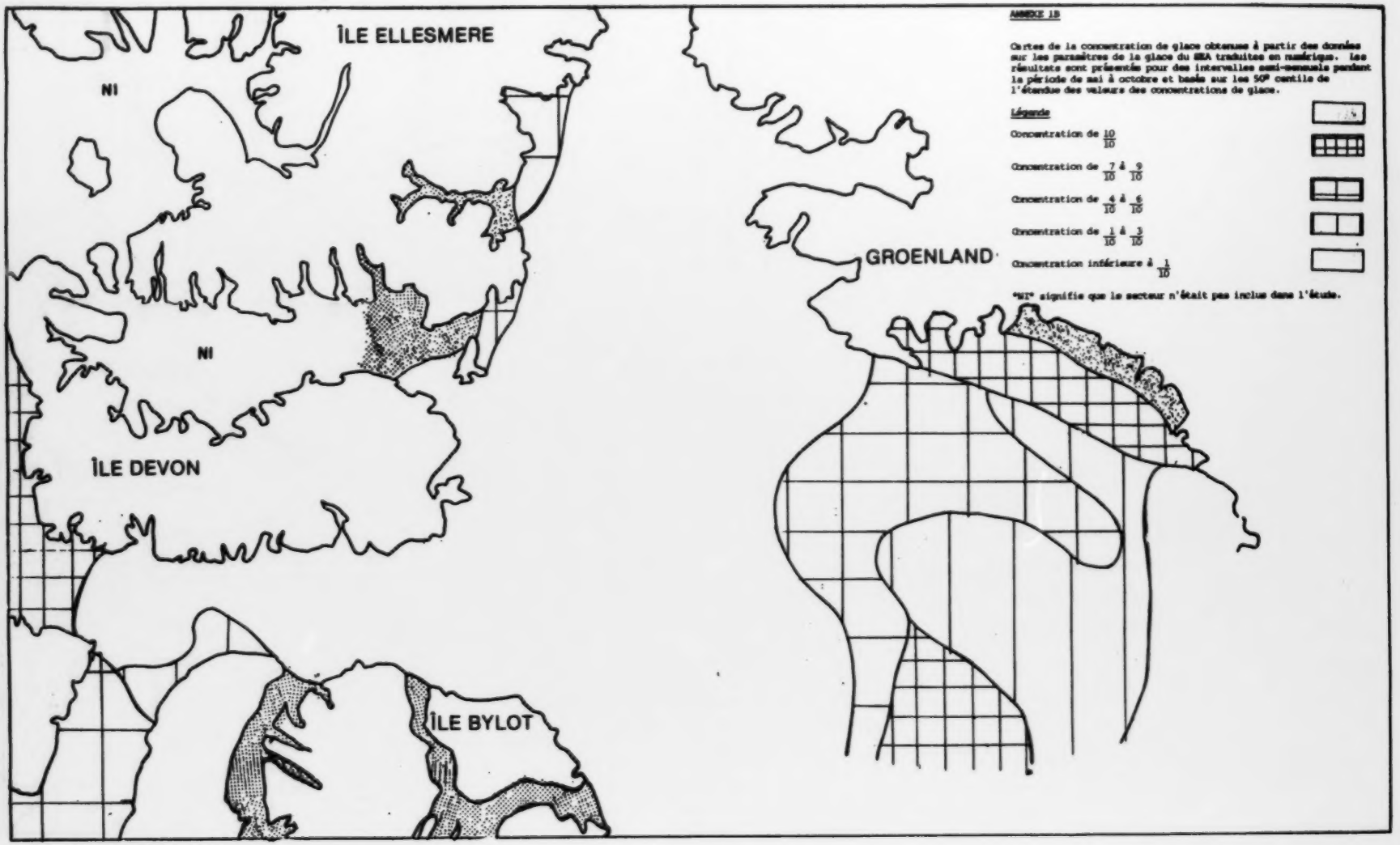
Concentration de $\frac{4}{10}$ à $\frac{6}{10}$

Concentration de $\frac{1}{10}$ à $\frac{3}{10}$

Concentration inférieure à $\frac{1}{10}$

"NI" signifie que le secteur n'était pas inclus dans l'étude.

2 JUILLET (50)



ANNEXE 1B

Cartes de la concentration de glace obtenues à partir des données sur les paramètres de la glace du SRA traduites en numérique. Les résultats sont présentés pour des intervalles semi-mensuels pendant la période de mai à octobre et basés sur les 50e centile de l'étendue des valeurs des concentrations de glace.

Légende

Concentration de $\frac{10}{10}$

Concentration de $\frac{7}{10}$ à $\frac{9}{10}$

Concentration de $\frac{4}{10}$ à $\frac{6}{10}$

Concentration de $\frac{1}{10}$ à $\frac{3}{10}$

Concentration inférieure à $\frac{1}{10}$

"NI" signifie que le secteur n'était pas inclus dans l'étude.

16 JUILLET (50)

ANNEXE 18

Cartes de la concentration de glace obtenues à partir des données sur les paramètres de la glace du SEA traduites en numérique. Les résultats sont présentés pour des intervalles semi-mensuels pendant la période de mai à octobre et basés sur les 50e centile de l'étendue des valeurs des concentrations de glace.

Légende

Concentration de $\frac{10}{10}$

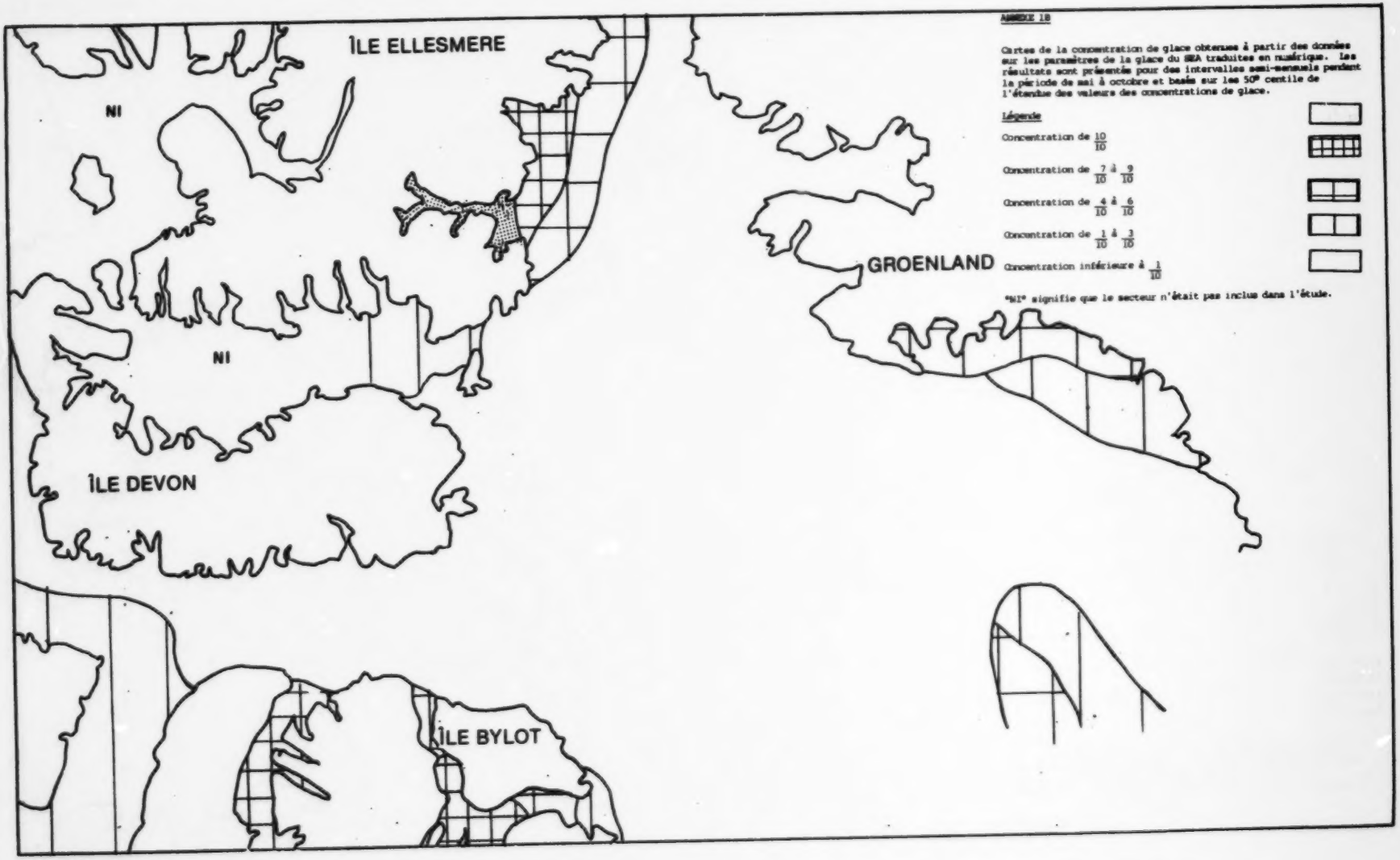
Concentration de $\frac{7}{10}$ à $\frac{9}{10}$

Concentration de $\frac{4}{10}$ à $\frac{6}{10}$

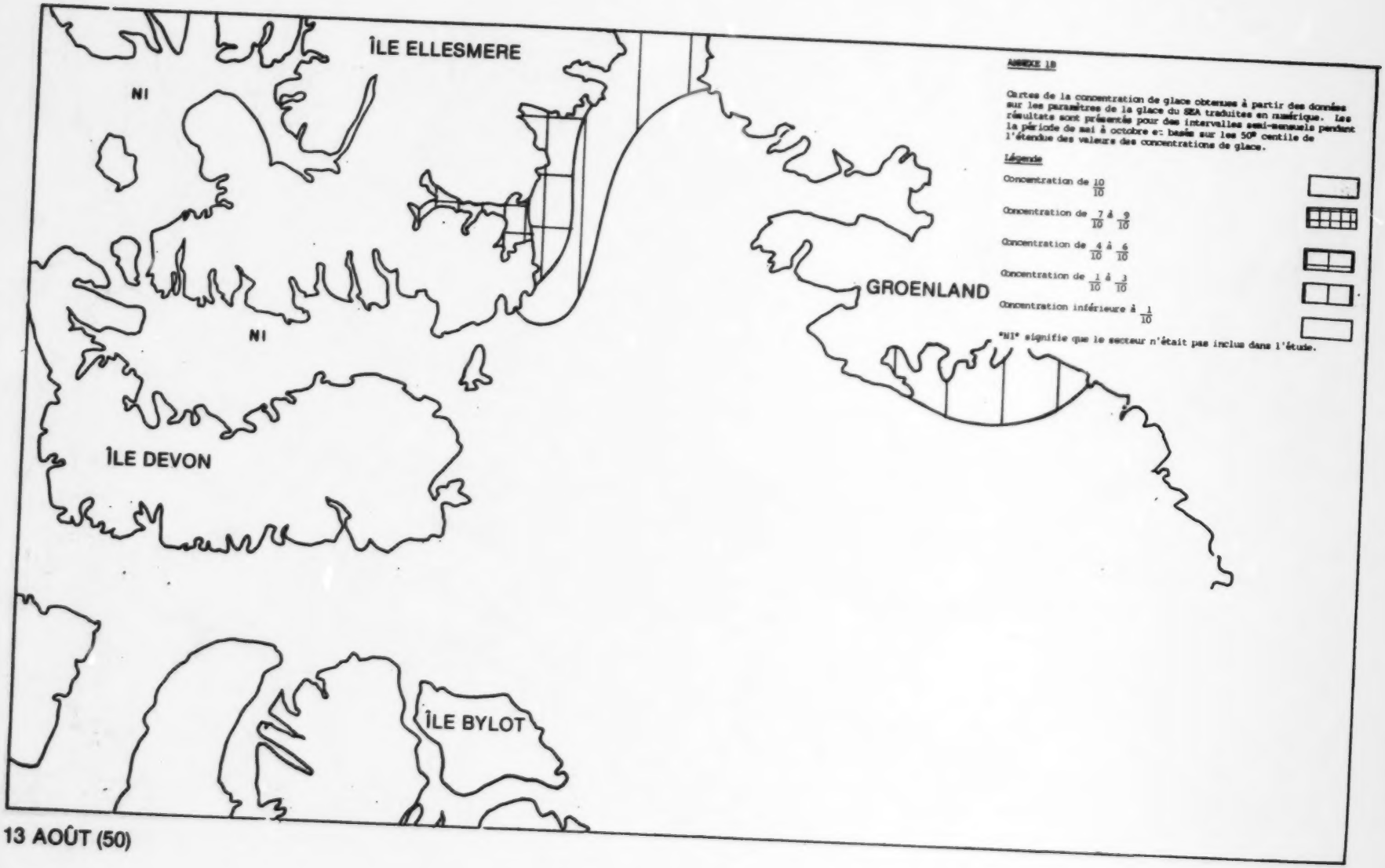
Concentration de $\frac{1}{10}$ à $\frac{3}{10}$

Concentration inférieure à $\frac{1}{10}$

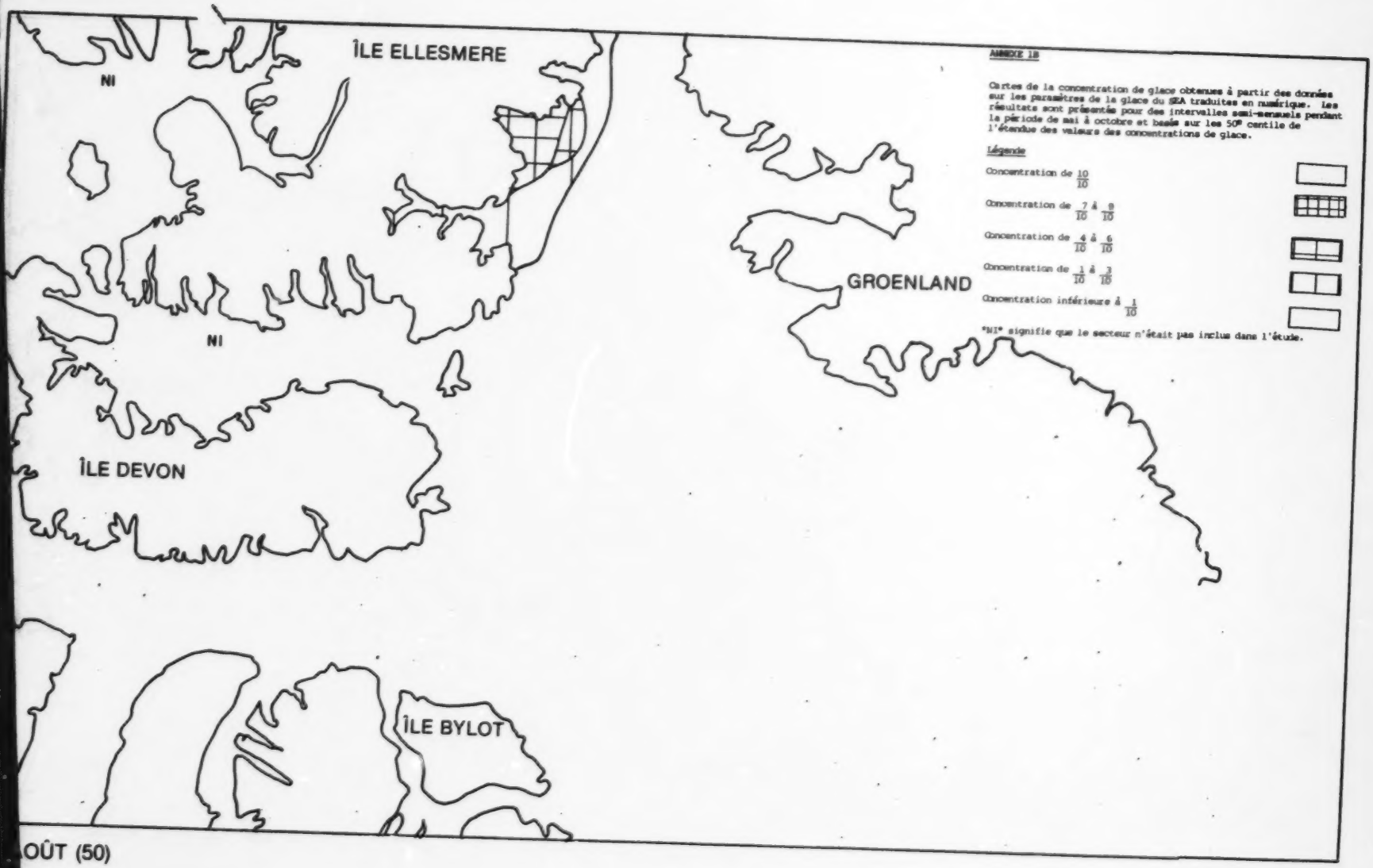
"NI" signifie que le secteur n'était pas inclus dans l'étude.



30 JUILLET (50)


ÎLE ELLESMERE
NI
NI
ÎLE DEVON
GROENLAND
ÎLE BYLOT
ANNEXE 18
Cartes de la concentration de glace obtenues à partir des données sur les paramètres de la glace du SEA traduites en numérique. Les résultats sont présentés pour des intervalles semi-mensuels pendant la période de mai à octobre et basés sur les 50e centile de l'étendue des valeurs des concentrations de glace.
Légende
Concentration de 10/10
Concentration de 7/10 à 9/10
Concentration de 4/10 à 6/10
Concentration de 1/10 à 3/10
Concentration inférieure à 1/10
"NI" signifie que le secteur n'était pas inclus dans l'étude.

13 AOÛT (50)



ANNEXE 1B

Cartes de la concentration de glace obtenues à partir des données sur les paramètres de la glace du SEA traduites en numérique. Les résultats sont présentés pour des intervalles semi-mensuels pendant la période de mai à octobre et basés sur les 50e centile de l'étendue des valeurs des concentrations de glace.

Légende

Concentration de $\frac{10}{10}$

Concentration de $\frac{7}{10}$ à $\frac{9}{10}$

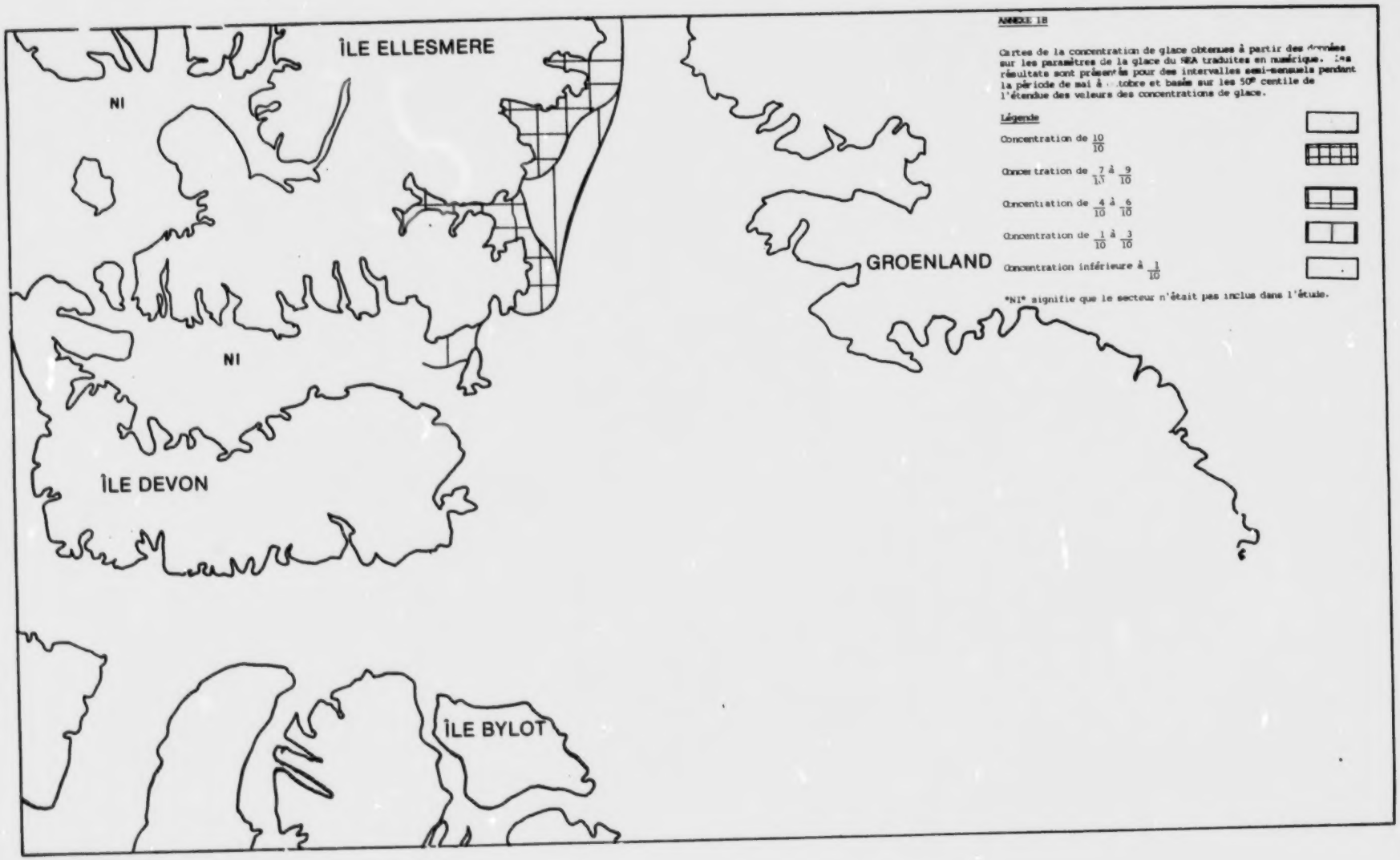
Concentration de $\frac{4}{10}$ à $\frac{6}{10}$

Concentration de $\frac{1}{10}$ à $\frac{3}{10}$

Concentration inférieure à $\frac{1}{10}$

"NI" signifie que le secteur n'était pas inclus dans l'étude.

AOÛT (50)



ANNEXE 18

Cartes de la concentration de glace obtenues à partir des données sur les paramètres de la glace du RSA traduites en numérique. Les résultats sont présentés pour des intervalles semi-mensuels pendant la période de mai à octobre et basés sur les 50e centile de l'étendue des valeurs des concentrations de glace.

Légende

Concentration de $\frac{10}{10}$

Concentration de $\frac{7}{10}$ à $\frac{9}{10}$

Concentration de $\frac{4}{10}$ à $\frac{6}{10}$

Concentration de $\frac{1}{10}$ à $\frac{3}{10}$

Concentration inférieure à $\frac{1}{10}$

"NI" signifie que le secteur n'était pas inclus dans l'étude.

10 SEPTEMBRE (50)

ANNEXE 1B

Cartes de la concentration de glace obtenues à partir des données sur les paramètres de la glace du SEA traduites en numérique. Les résultats sont présentés pour des intervalles semi-mensuels pendant la période de mai à octobre et basés sur les 50e centile de l'étendue des valeurs des concentrations de glace.

Légende

Concentration de $\frac{10}{10}$

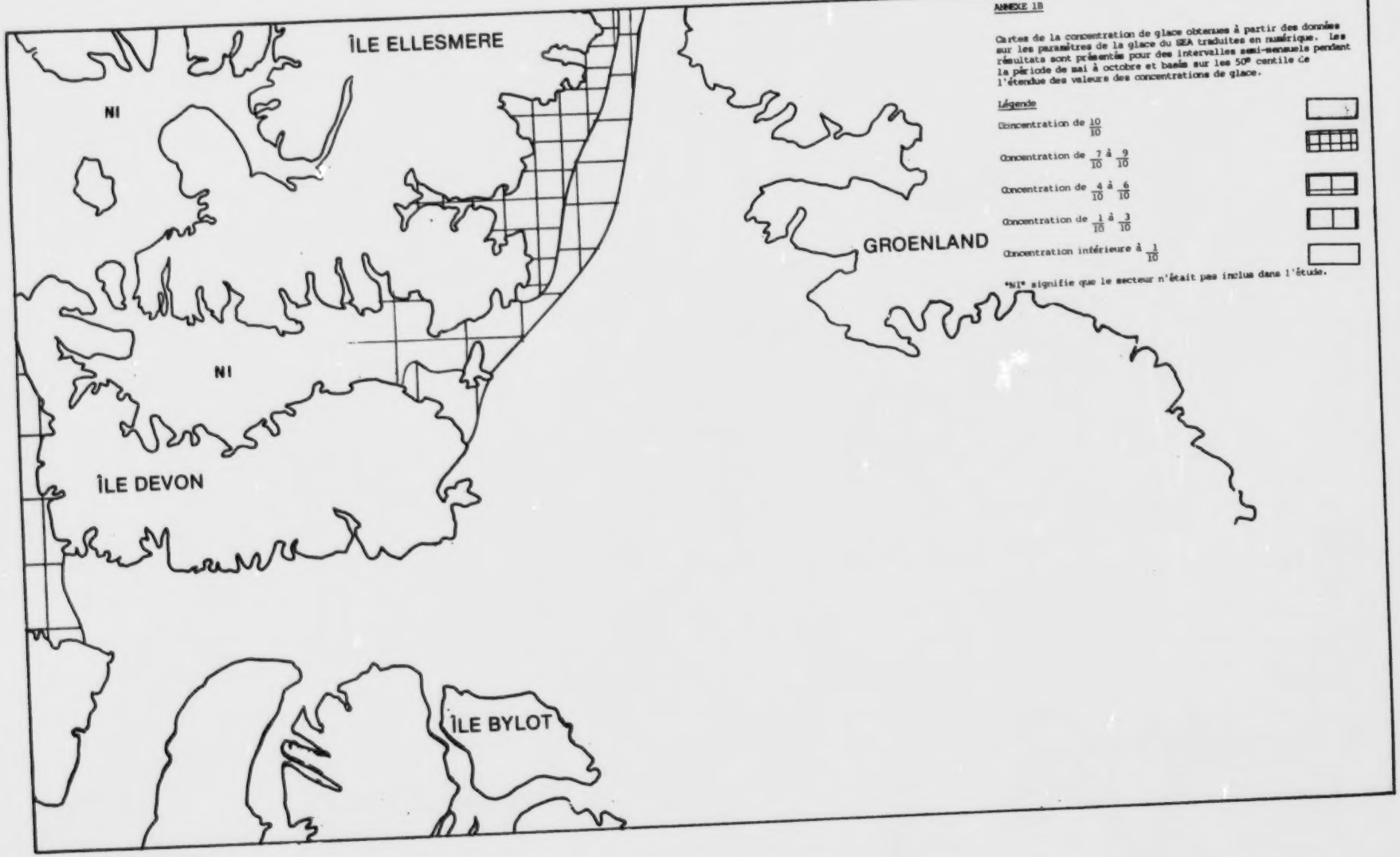
Concentration de $\frac{7}{10}$ à $\frac{9}{10}$

Concentration de $\frac{4}{10}$ à $\frac{6}{10}$

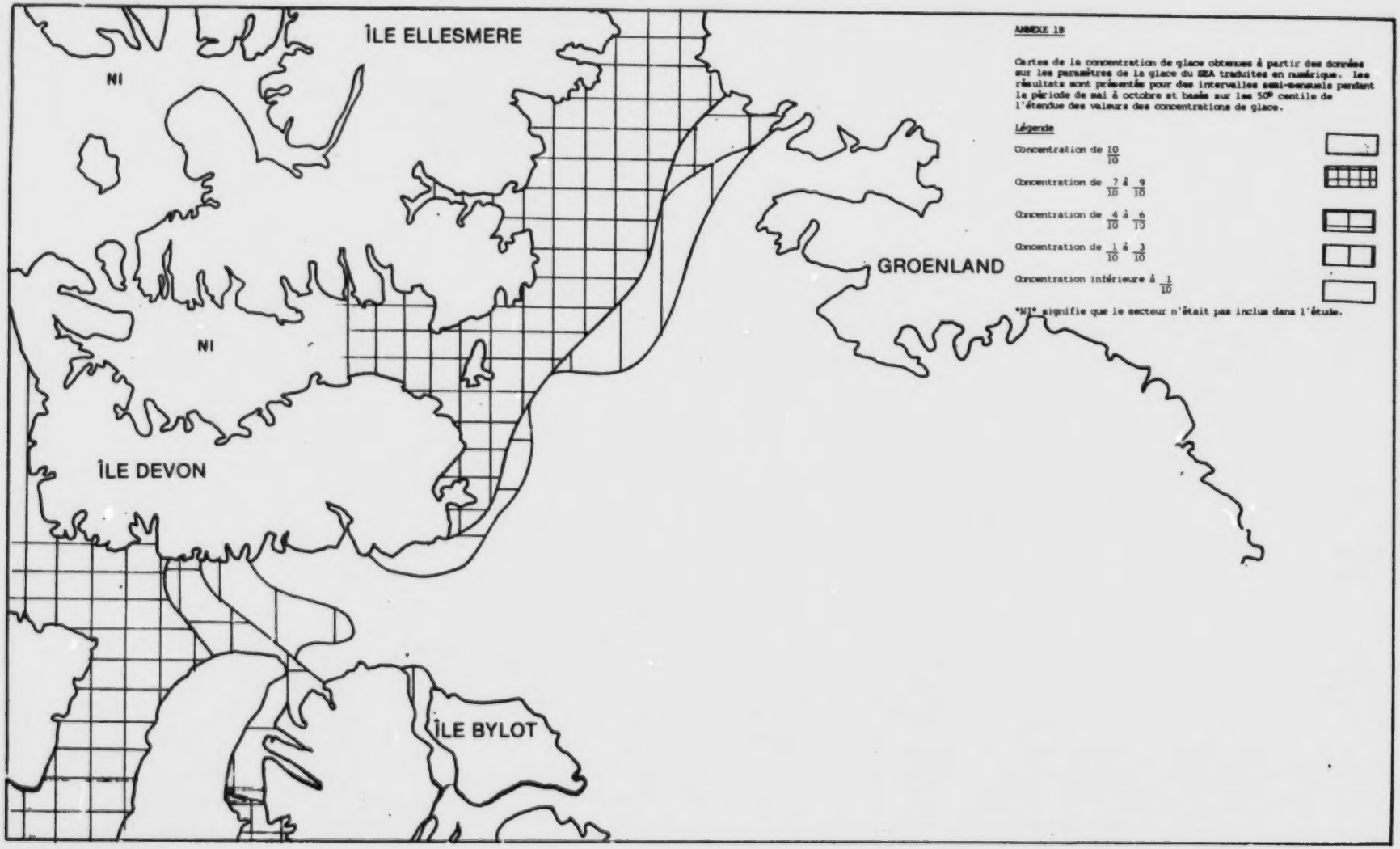
Concentration de $\frac{1}{10}$ à $\frac{3}{10}$

Concentration inférieure à $\frac{1}{10}$

"NI" signifie que le secteur n'était pas inclus dans l'étude.



24 SEPTEMBRE (50)



8 OCTOBRE (50)

ANNEXE 18

Cartes de la concentration de glace obtenues à partir des données sur les paramètres de la glace du SRA traduites en numérique. Les résultats sont présentés pour des intervalles semi-mensuels pendant la période de mai à octobre et basés sur les 50e centile de l'étendue des valeurs des concentrations de glace.

Légende

Concentration de $\frac{10}{10}$

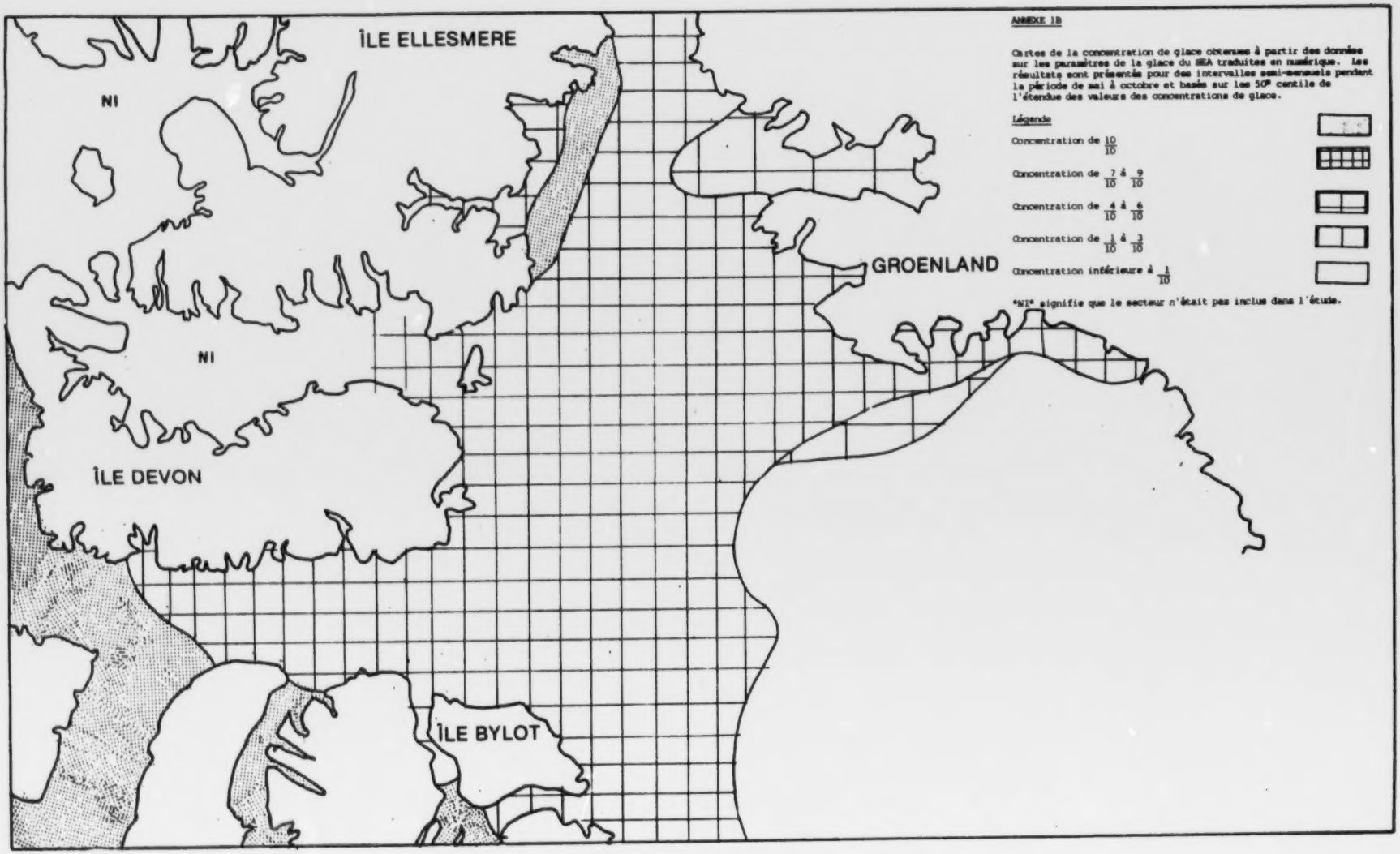
Concentration de $\frac{7}{10}$ à $\frac{9}{10}$

Concentration de $\frac{4}{10}$ à $\frac{6}{10}$

Concentration de $\frac{1}{10}$ à $\frac{3}{10}$

Concentration inférieure à $\frac{1}{10}$

"NI" signifie que le secteur n'était pas inclus dans l'étude.



ANNEXE 1B

Cartes de la concentration de glace obtenues à partir des données sur les paramètres de la glace du SEA traduites en numérique. Les résultats sont présentés pour des intervalles semi-mensuels pendant la période de mai à octobre et basés sur les 50e centile de l'étendue des valeurs des concentrations de glace.

Légende

Concentration de $\frac{10}{10}$

Concentration de $\frac{7}{10}$ à $\frac{9}{10}$

Concentration de $\frac{4}{10}$ à $\frac{6}{10}$

Concentration de $\frac{1}{10}$ à $\frac{3}{10}$

Concentration inférieure à $\frac{1}{10}$

"NI" signifie que le secteur n'était pas inclus dans l'étude.

22 OCTOBRE (50)

ANNEXE 1C

Cartes de la concentration de glace obtenues à partir des données sur les paramètres de la glace du SEA traduites en numérique. Les résultats sont présentés pour des intervalles semi-mensuels pendant la période de mai à octobre et basés sur les 80e centile de l'étendue des valeurs des concentrations de glace.

Légende

Concentration de $\frac{10}{10}$

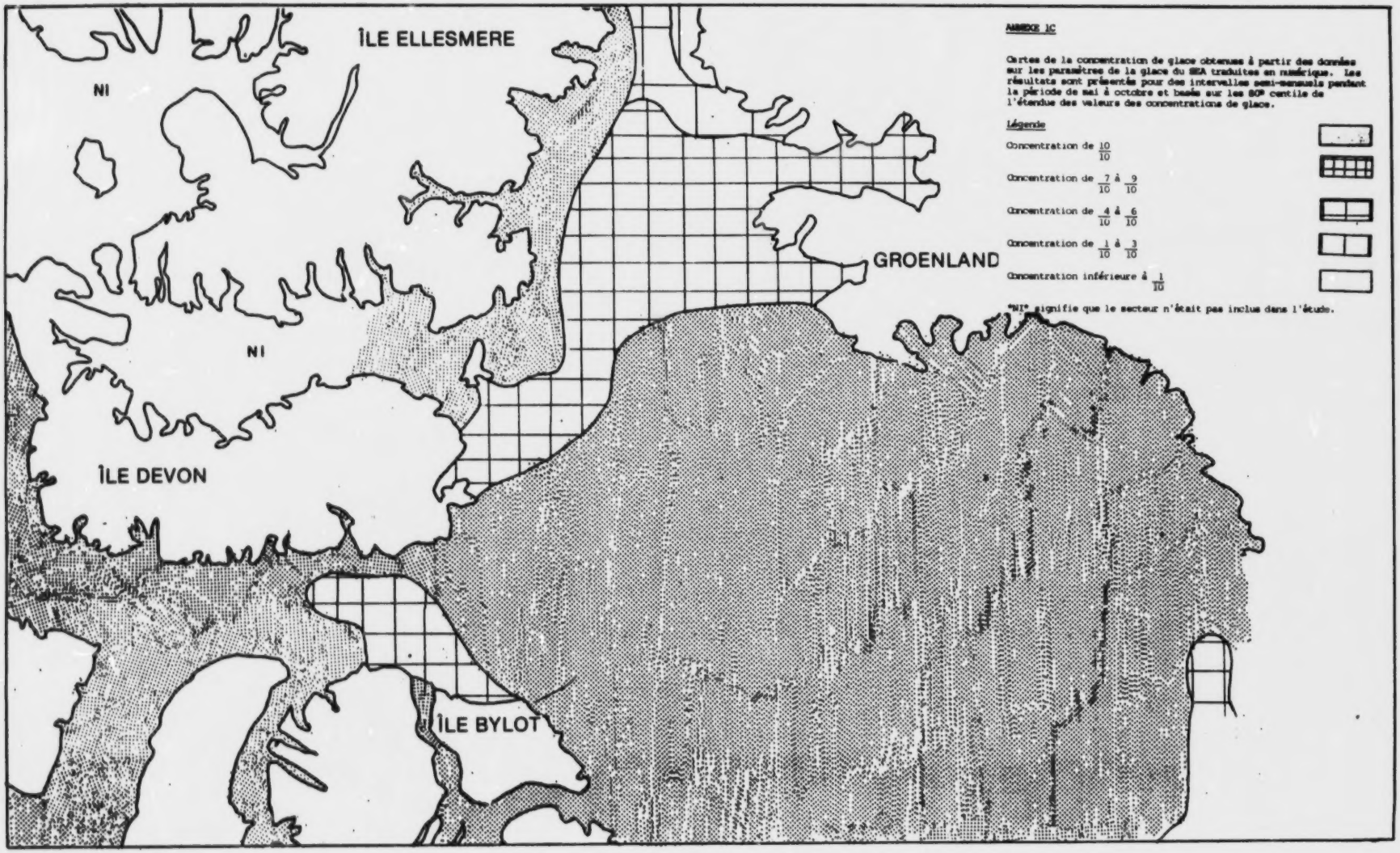
Concentration de $\frac{7}{10}$ à $\frac{9}{10}$

Concentration de $\frac{4}{10}$ à $\frac{6}{10}$

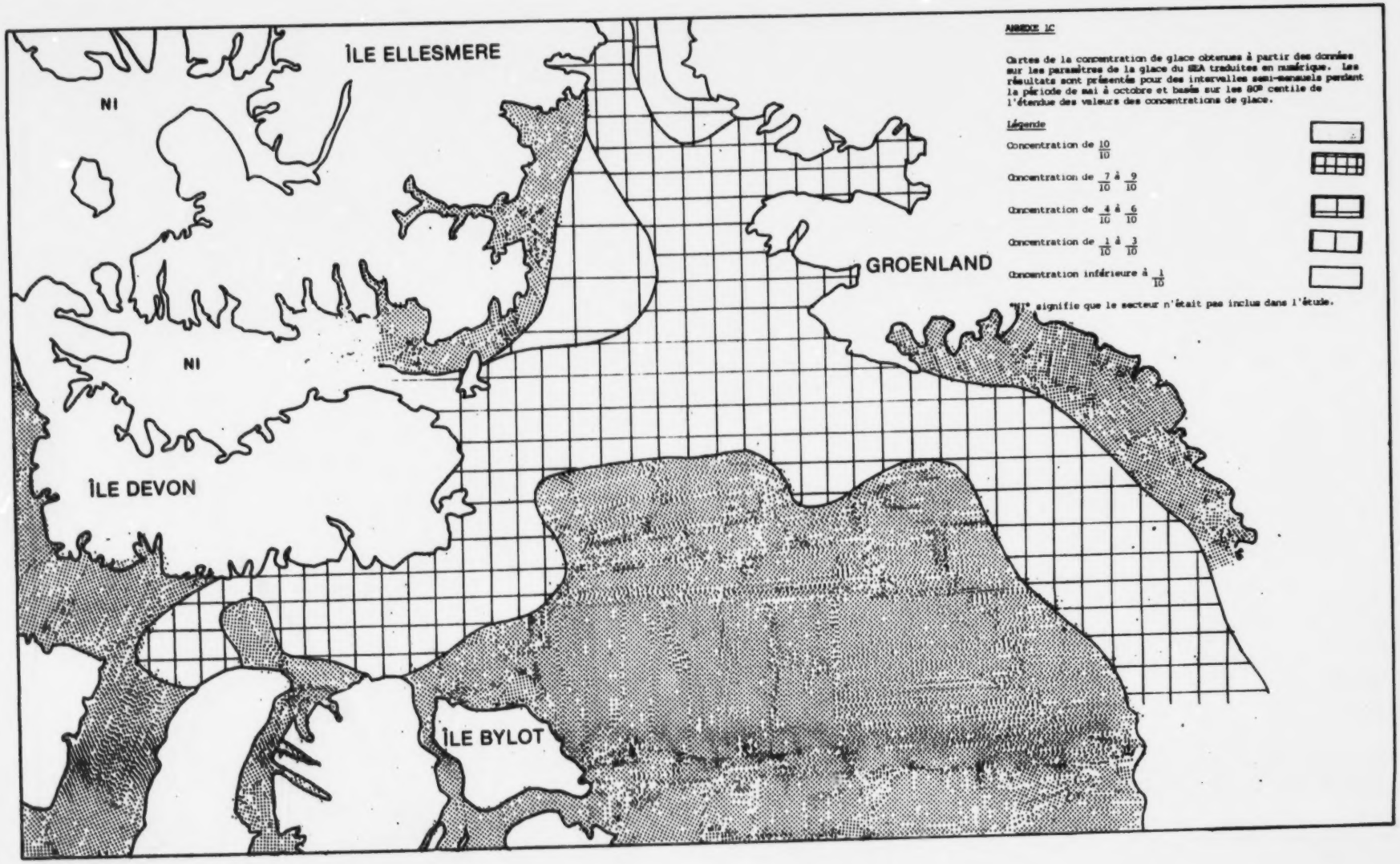
Concentration de $\frac{1}{10}$ à $\frac{3}{10}$

Concentration inférieure à $\frac{1}{10}$

NI signifie que le secteur n'était pas inclus dans l'étude.


ÎLE ELLESMERE
NI
NI
GROENLAND
ÎLE DEVON
ÎLE BYLOT
ANNEXE 1C
Cartes de la concentration de glace obtenues à partir des données sur les paramètres de la glace du SEA traduites en numérique. Les résultats sont présentés pour des intervalles semi-mensuels pendant la période de mai à octobre et basés sur les 80e centile de l'étendue des valeurs des concentrations de glace.
Légende
Concentration de 10/10
Concentration de 7/10 à 9/10
Concentration de 4/10 à 6/10
Concentration de 1/10 à 3/10
Concentration inférieure à 1/10
"NI" signifie que le secteur n'était pas inclus dans l'étude.

21 MAI (80)



ANNEXE 1C

Cartes de la concentration de glace obtenues à partir des données sur les paramètres de la glace du SEA traduites en numérique. Les résultats sont présentés pour des intervalles semi-mensuels pendant la période de mai à octobre et basés sur les 80e centile de l'étendue des valeurs des concentrations de glace.

Légende

Concentration de $\frac{10}{10}$

Concentration de $\frac{7}{10}$ à $\frac{9}{10}$

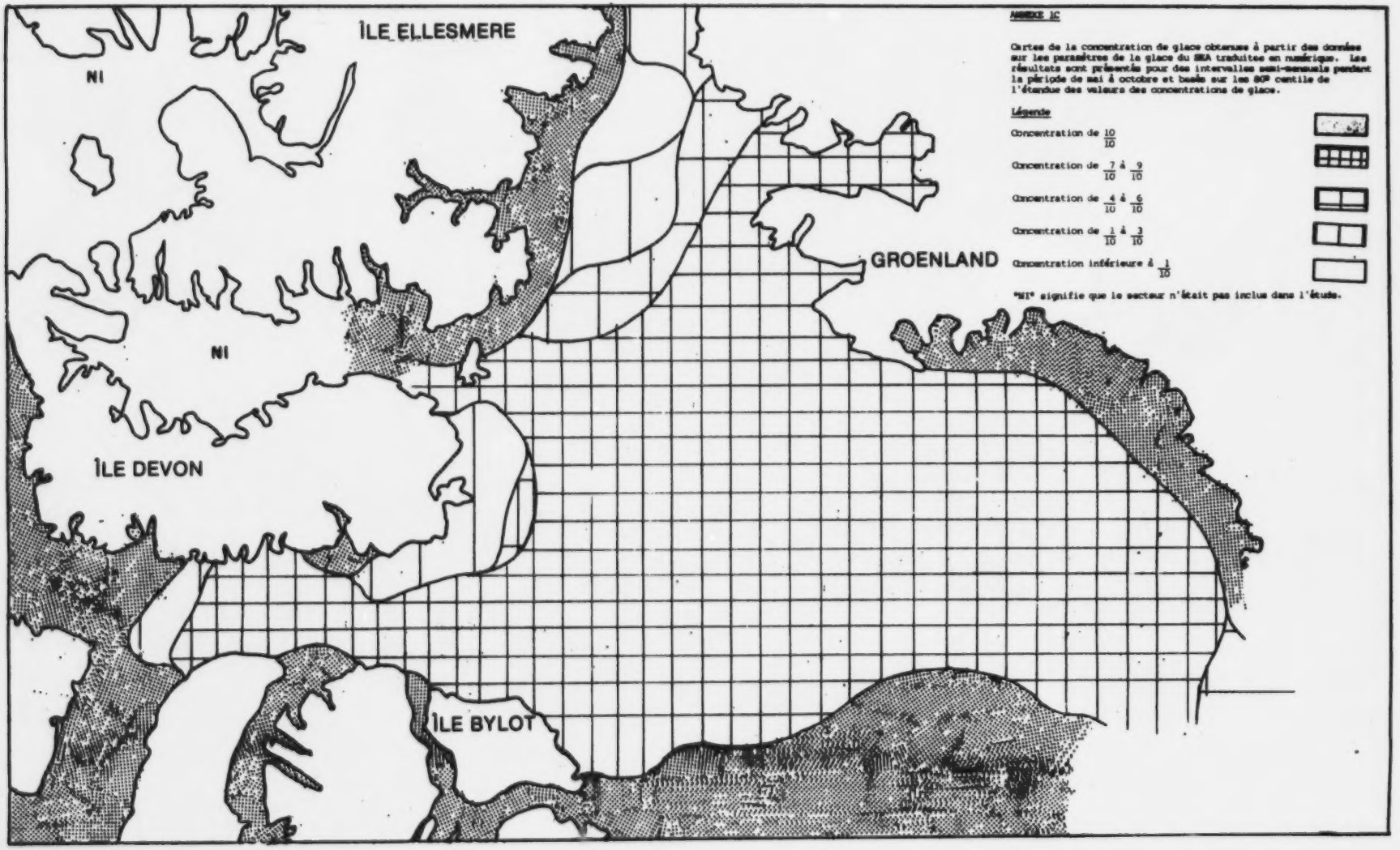
Concentration de $\frac{4}{10}$ à $\frac{6}{10}$

Concentration de $\frac{1}{10}$ à $\frac{3}{10}$

Concentration inférieure à $\frac{1}{10}$

"NI" signifie que le secteur n'était pas inclus dans l'étude.

4 JUIN (80)



ANNEXE 1C

Cartes de la concentration de glace obtenues à partir des données sur les paramètres de la glace du SRA traduites en numérique. Les résultats sont présentés pour des intervalles semi-mensuels pendant la période de mai à octobre et basés sur les 80e centile de l'étendue des valeurs des concentrations de glace.

Légende

Concentration de $\frac{10}{10}$

Concentration de $\frac{7}{10}$ à $\frac{9}{10}$

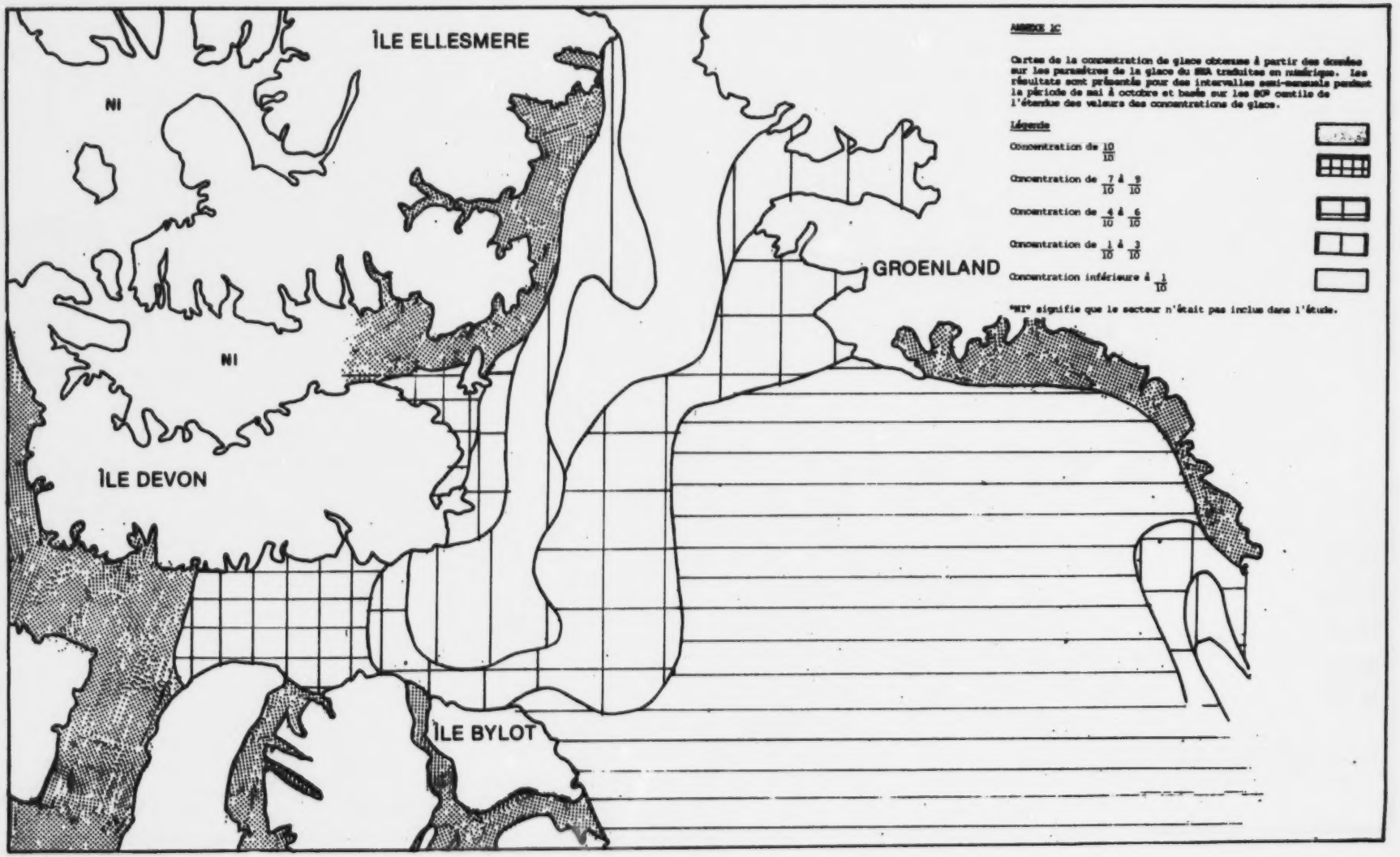
Concentration de $\frac{4}{10}$ à $\frac{6}{10}$

Concentration de $\frac{1}{10}$ à $\frac{3}{10}$

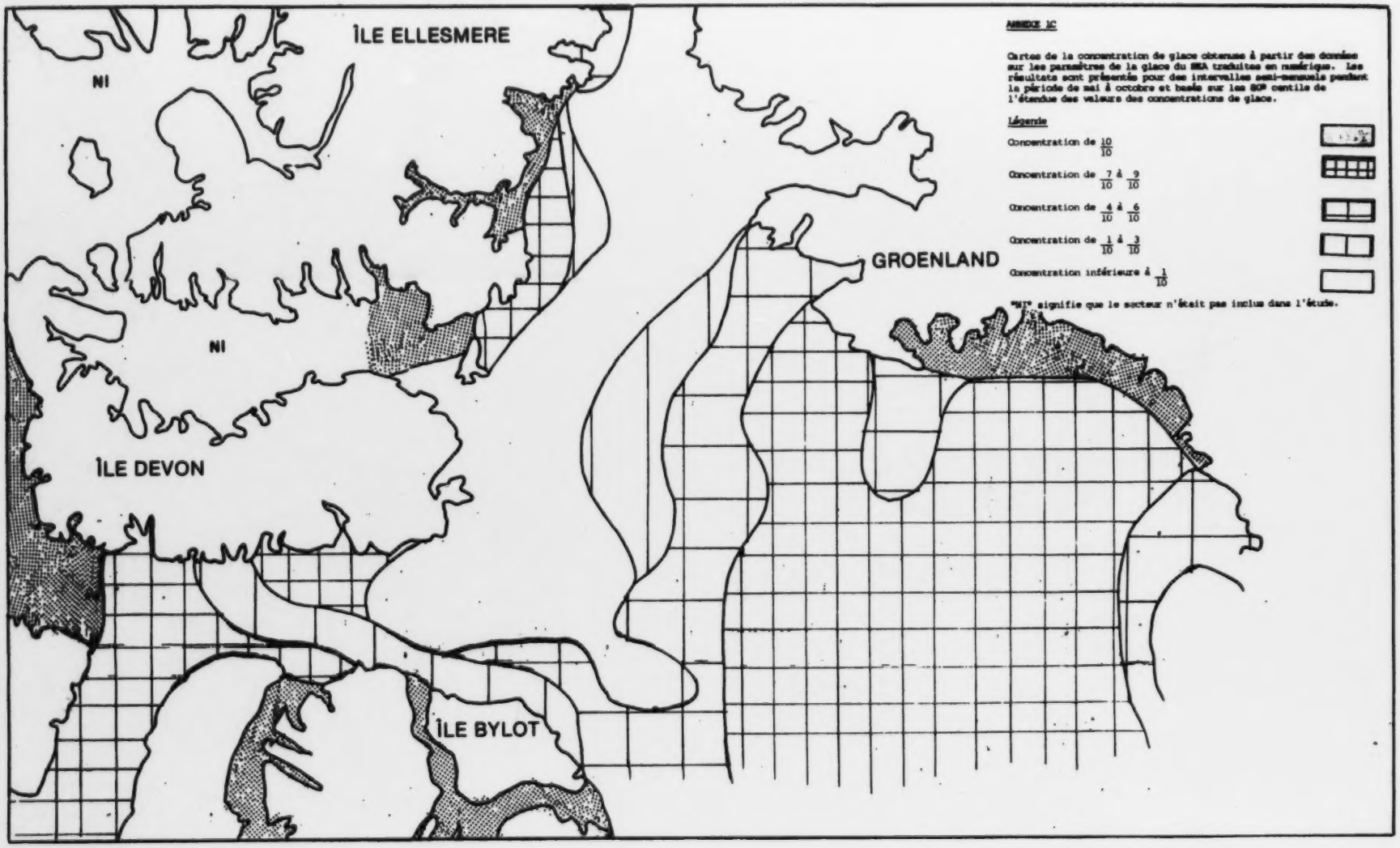
Concentration inférieure à $\frac{1}{10}$

"NI" signifie que le secteur n'était pas inclus dans l'étude.

18 JUIN (80)


ÎLE ELLESMERE
NI
NI
GROENLAND
ÎLE DEVON
ÎLE BYLOT
ANNEXE 1C
Cartes de la concentration de glace obtenues à partir des données sur les paramètres de la glace du SRA traduites en numérique. Les résultats sont présentés pour des intervalles semi-mensuels pendant la période de mai à octobre et basés sur les 80e centile de l'étendue des valeurs des concentrations de glace.
Légende
Concentration de 10/10
Concentration de 7/10 à 9/10
Concentration de 4/10 à 6/10
Concentration de 1/10 à 3/10
Concentration inférieure à 1/10
"NI" signifie que le secteur n'était pas inclus dans l'étude.

2 JUILLET (80)



16 JUILLET (80)

ANNEXE 3C

Cartes de la concentration de glace obtenues à partir des données sur les paramètres de la glace du SRA traduites en numérique. Les résultats sont présentés pour des intervalles semi-mensuels pendant la période de mai à octobre et basés sur les 80e centile de l'étendue des valeurs des concentrations de glace.

Légende

Concentration de $\frac{10}{10}$

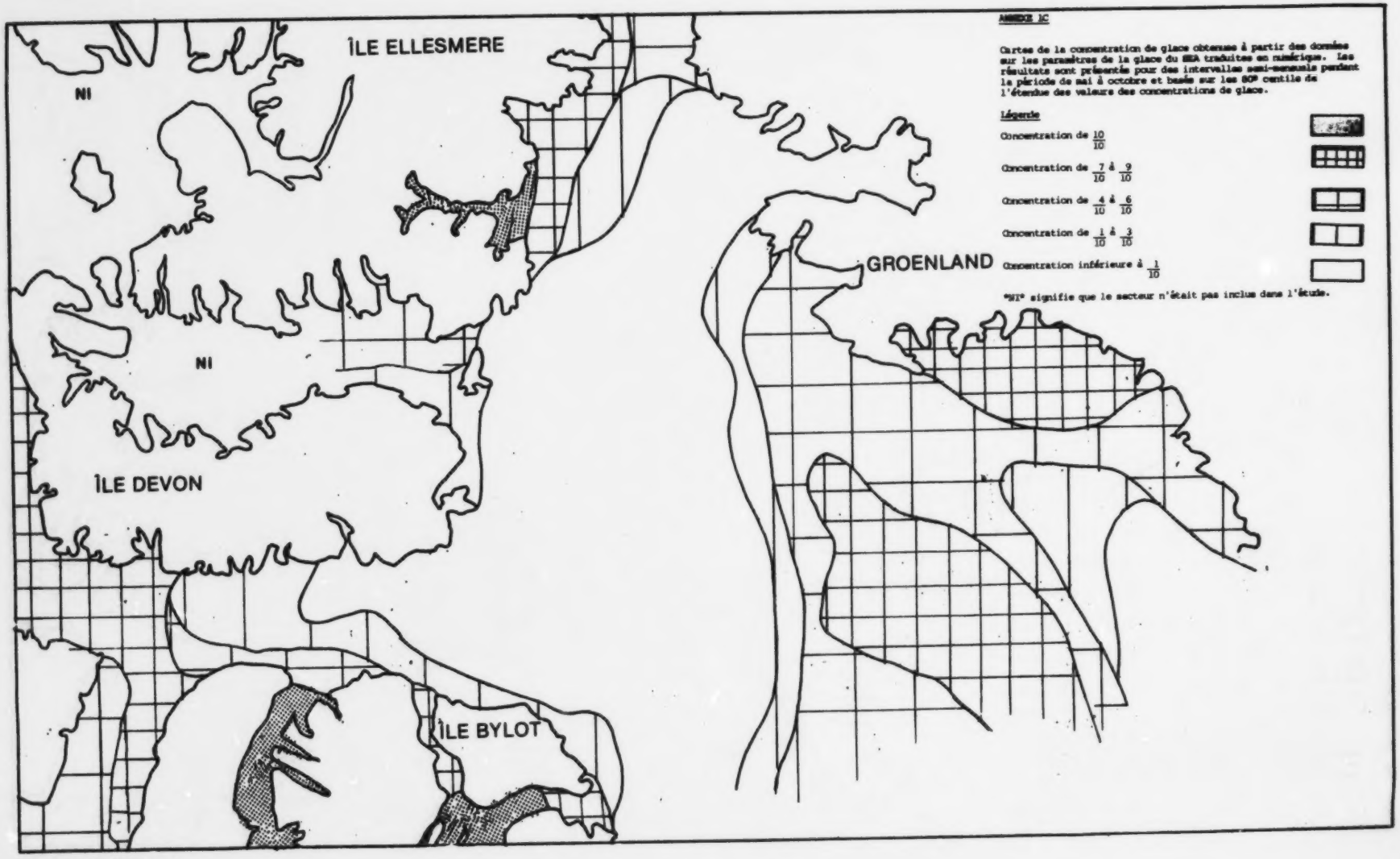
Concentration de $\frac{7}{10}$ à $\frac{9}{10}$

Concentration de $\frac{4}{10}$ à $\frac{6}{10}$

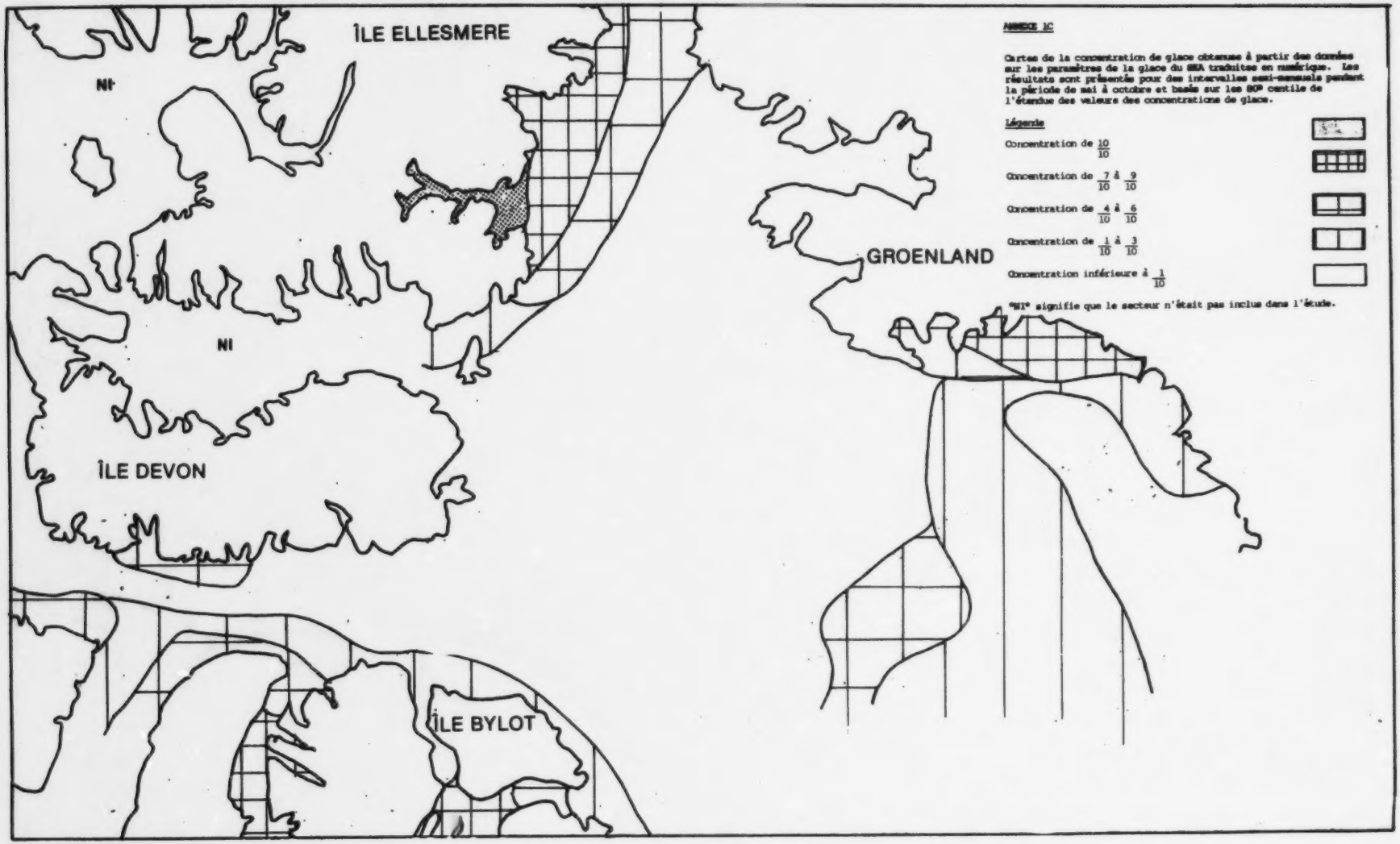
Concentration de $\frac{1}{10}$ à $\frac{3}{10}$

Concentration inférieure à $\frac{1}{10}$

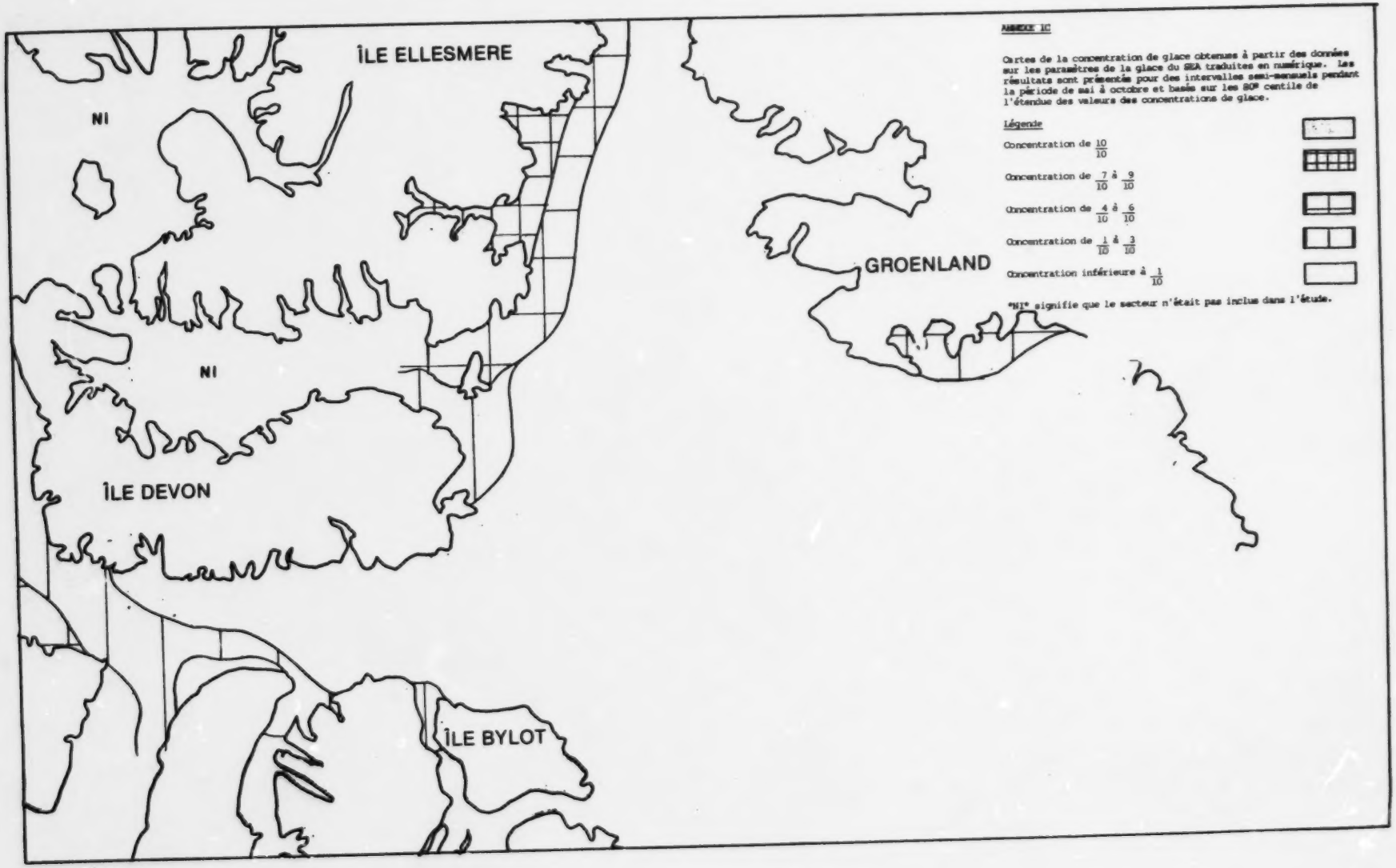
"NI" signifie que le secteur n'était pas inclus dans l'étude.



30 JUILLET (80)


ÎLE ELLESMERE
NI
NI
ÎLE DEVON
ÎLE BYLOT
GROENLAND
ANNEXE 1C
Cartes de la concentration de glace obtenues à partir des données sur les paramètres de la glace du SEA traduites en numérique. Les résultats sont présentés pour des intervalles semi-mensuels pendant la période de mai à octobre et basés sur les 80e centile de l'étendue des valeurs des concentrations de glace.
Légende
Concentration de 10/10
Concentration de 7/10 à 9/10
Concentration de 4/10 à 6/10
Concentration de 1/10 à 3/10
Concentration inférieure à 1/10
"NI" signifie que le secteur n'était pas inclus dans l'étude.

13 AOÛT (80)



ANNEXE 1C

Cartes de la concentration de glace obtenues à partir des données sur les paramètres de la glace du SEA traduites en numérique. Les résultats sont présentés pour des intervalles semi-mensuels pendant la période de mai à octobre et basés sur les 80P centile de l'étendue des valeurs des concentrations de glace.

Légende

Concentration de $\frac{10}{10}$

Concentration de $\frac{7}{10}$ à $\frac{9}{10}$

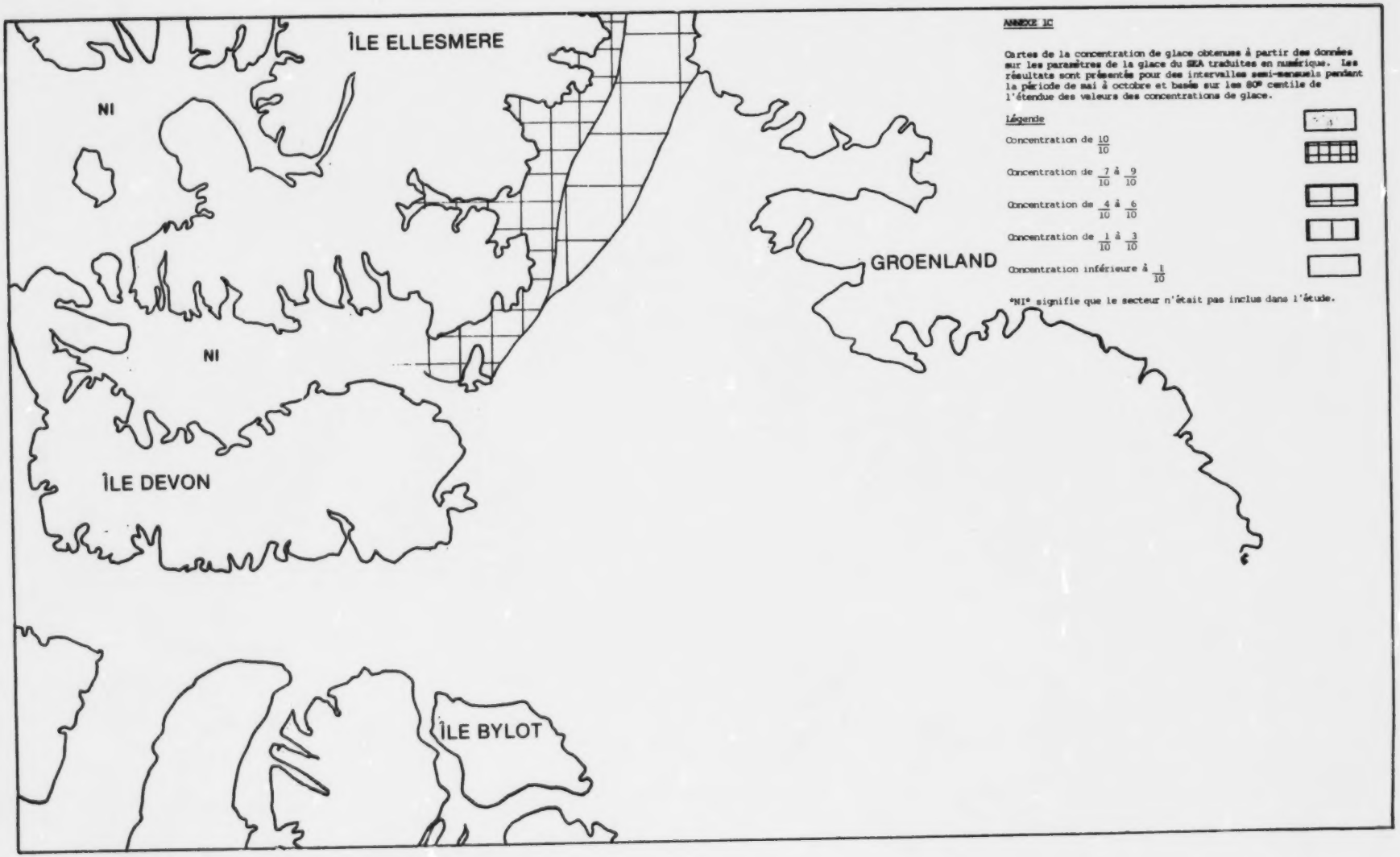
Concentration de $\frac{4}{10}$ à $\frac{6}{10}$

Concentration de $\frac{1}{10}$ à $\frac{3}{10}$

Concentration inférieure à $\frac{1}{10}$

"NI" signifie que le secteur n'était pas inclus dans l'étude.

27 AOÛT (80)



ANNEXE 1C

Cartes de la concentration de glace obtenues à partir des données sur les paramètres de la glace du SEA traduites en numérique. Les résultats sont présentés pour des intervalles semi-mensuels pendant la période de mai à octobre et basés sur les 80e centile de l'étendue des valeurs des concentrations de glace.

Légende

Concentration de $\frac{10}{10}$

Concentration de $\frac{7}{10}$ à $\frac{9}{10}$

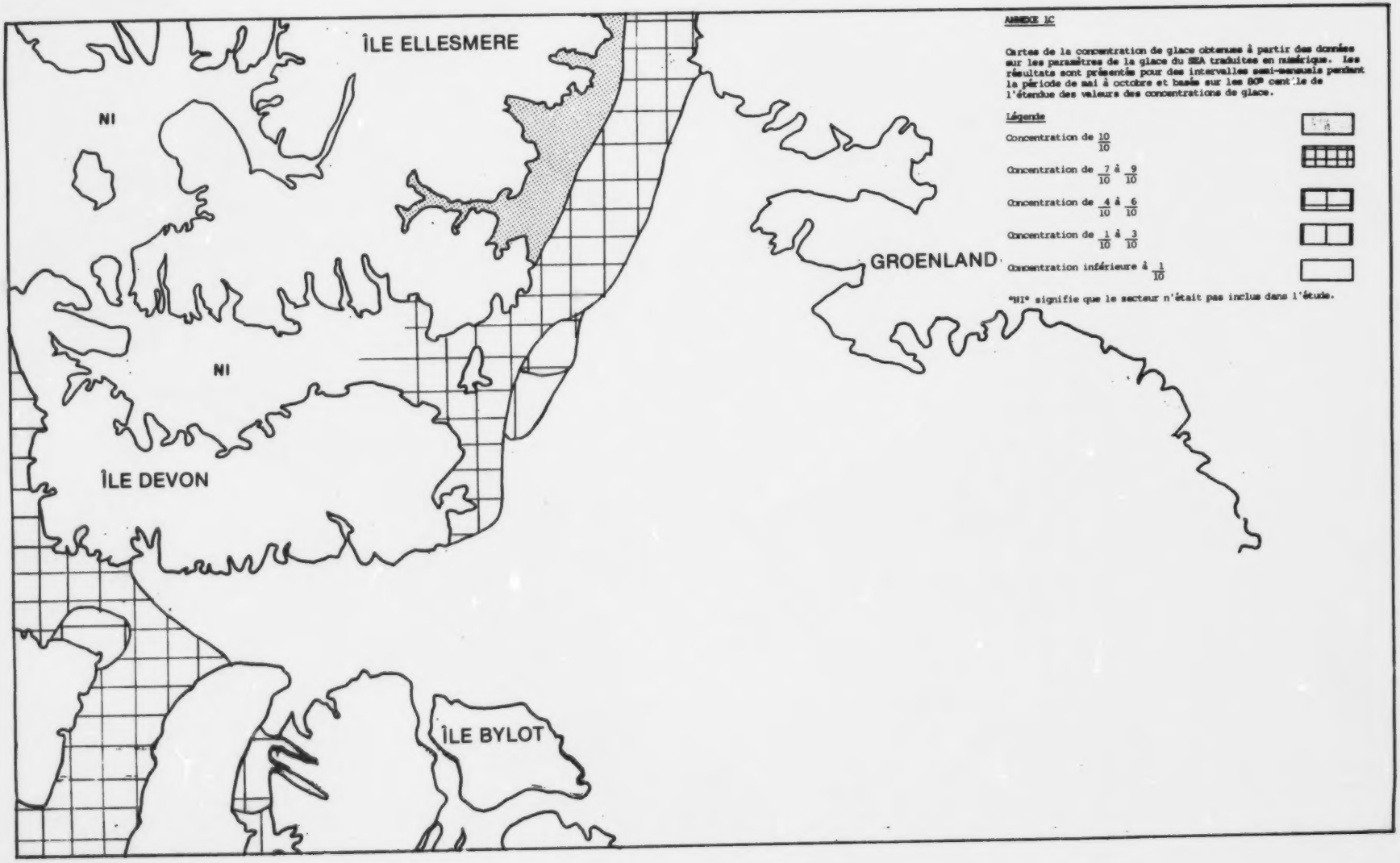
Concentration de $\frac{4}{10}$ à $\frac{6}{10}$

Concentration de $\frac{1}{10}$ à $\frac{3}{10}$

Concentration inférieure à $\frac{1}{10}$

"NI" signifie que le secteur n'était pas inclus dans l'étude.

10 SEPTEMBRE (80)



ANNEXE 1C

Cartes de la concentration de glace obtenues à partir des données sur les paramètres de la glace du SEA traduites en numérique. Les résultats sont présentés pour des intervalles semi-mensuels pendant la période de mai à octobre et basés sur les 80e cent'le de l'étendue des valeurs des concentrations de glace.

Légende

Concentration de $\frac{10}{10}$

Concentration de $\frac{7}{10}$ à $\frac{9}{10}$

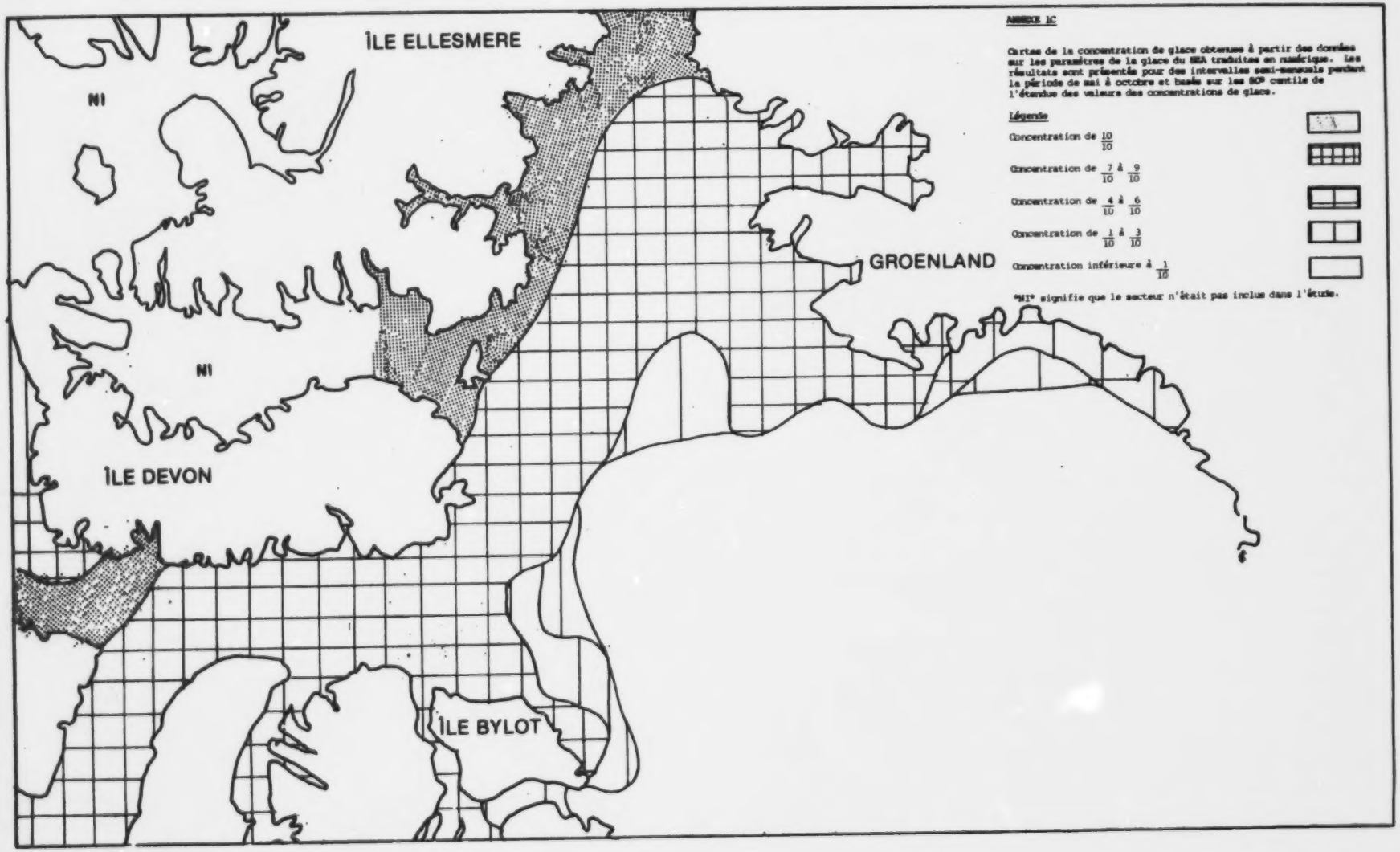
Concentration de $\frac{4}{10}$ à $\frac{6}{10}$

Concentration de $\frac{1}{10}$ à $\frac{3}{10}$

Concentration inférieure à $\frac{1}{10}$

"NI" signifie que le secteur n'était pas inclus dans l'étude.

24 SEPTEMBRE (80)



ANNEXE 1C

Cartes de la concentration de glace obtenues à partir des données sur les paramètres de la glace du SEA traduites en numérique. Les résultats sont présentés pour des intervalles semi-mensuels pendant la période de mai à octobre et basés sur les 80e centile de l'étendue des valeurs des concentrations de glace.

Légende

Concentration de $\frac{10}{10}$

Concentration de $\frac{7}{10}$ à $\frac{9}{10}$

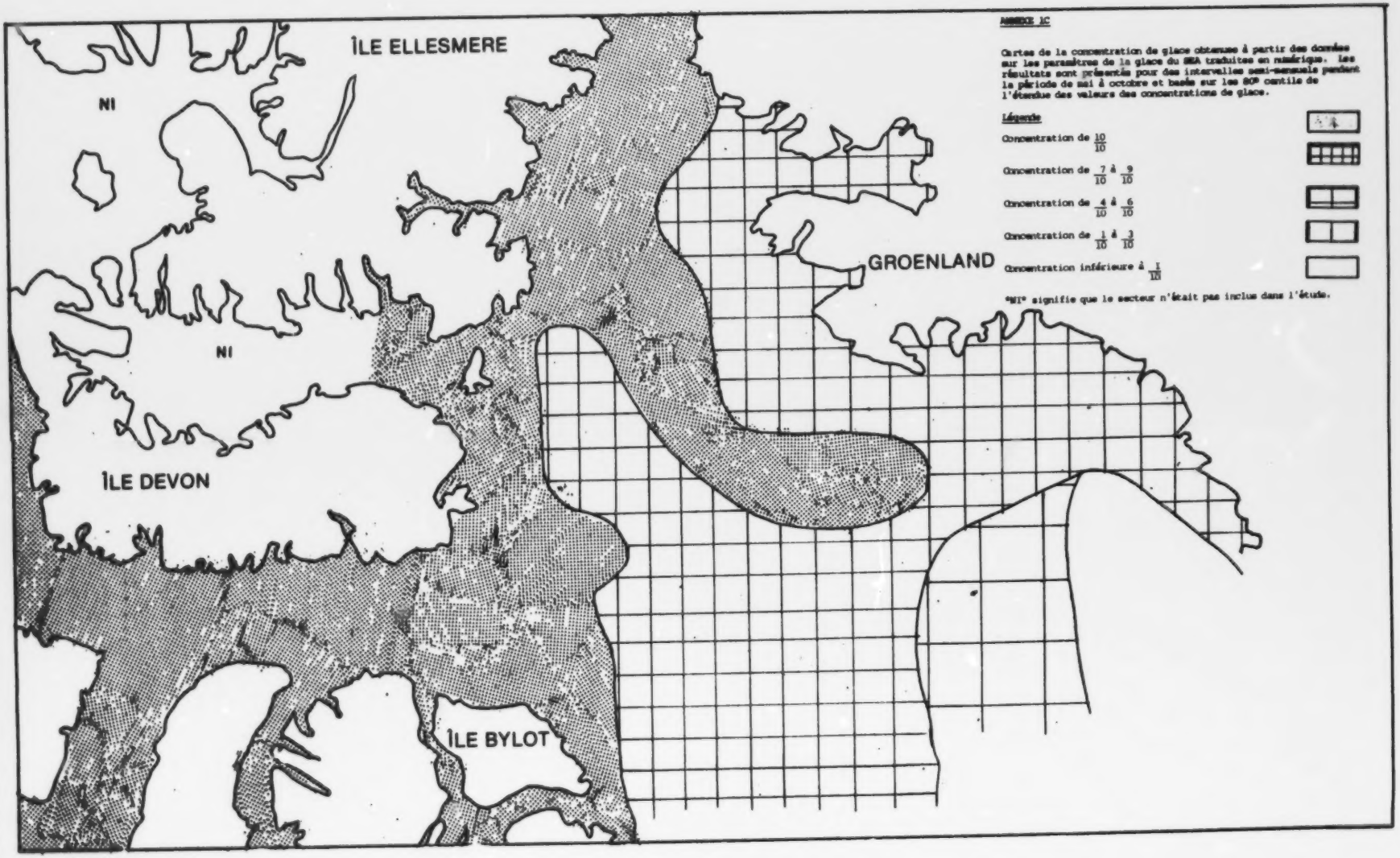
Concentration de $\frac{4}{10}$ à $\frac{6}{10}$

Concentration de $\frac{1}{10}$ à $\frac{3}{10}$

Concentration inférieure à $\frac{1}{10}$

"NI" signifie que le secteur n'était pas inclus dans l'étude.

8 OCTOBRE (80)



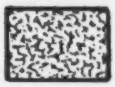
22 OCTOBRE (80)

ANNEXE 2A Concentrations de glace cartographiées à des intervalles de deux semaines du 6 juin au 5 décembre 1978

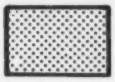
Légende des cartes de concentration de glace

concentration de 10/10 (glace consolidée ou fixée)

concentration de 7/10 à 9/10+

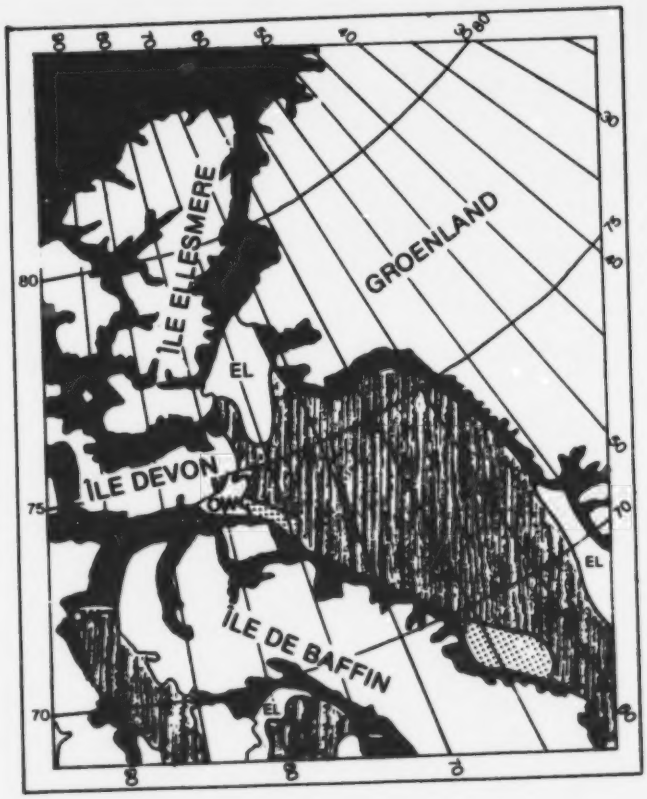


concentration de 4/10 à 6/10

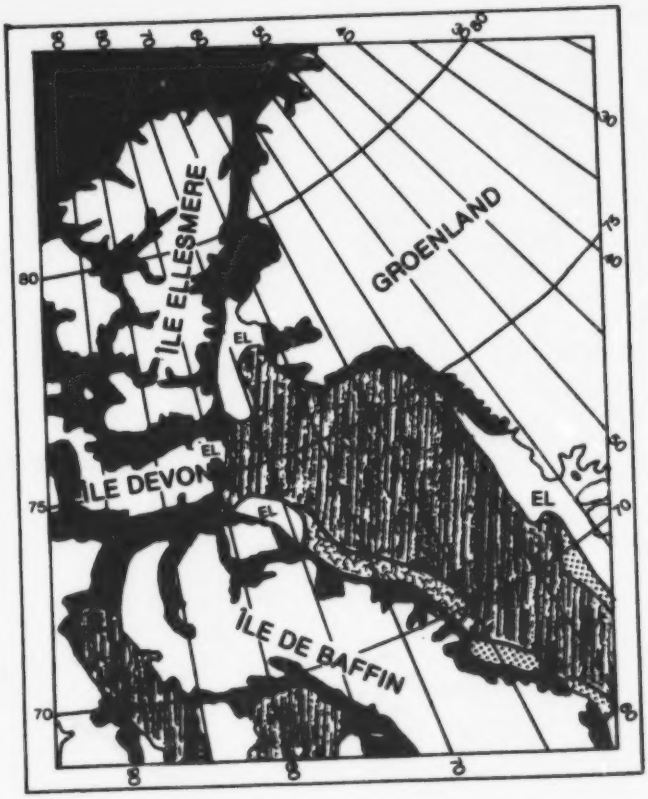


concentration de 1/10 à 3/10

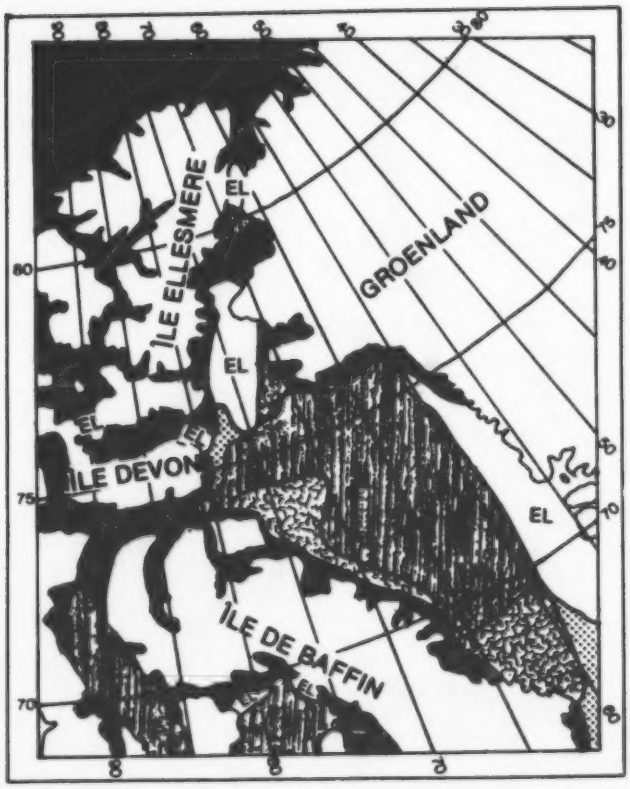
concentration inférieure à 1/10 (eau libre)



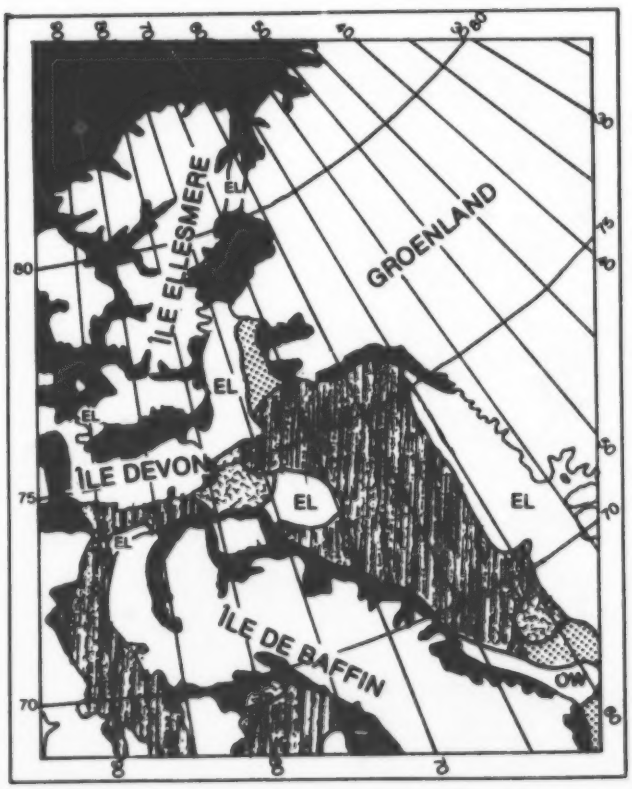
6 juin 1978



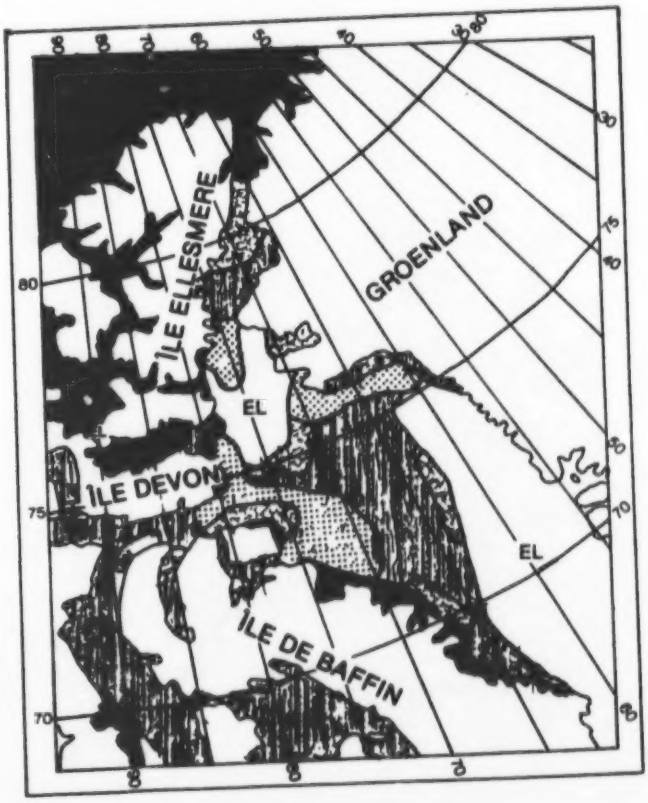
20 juin 1978



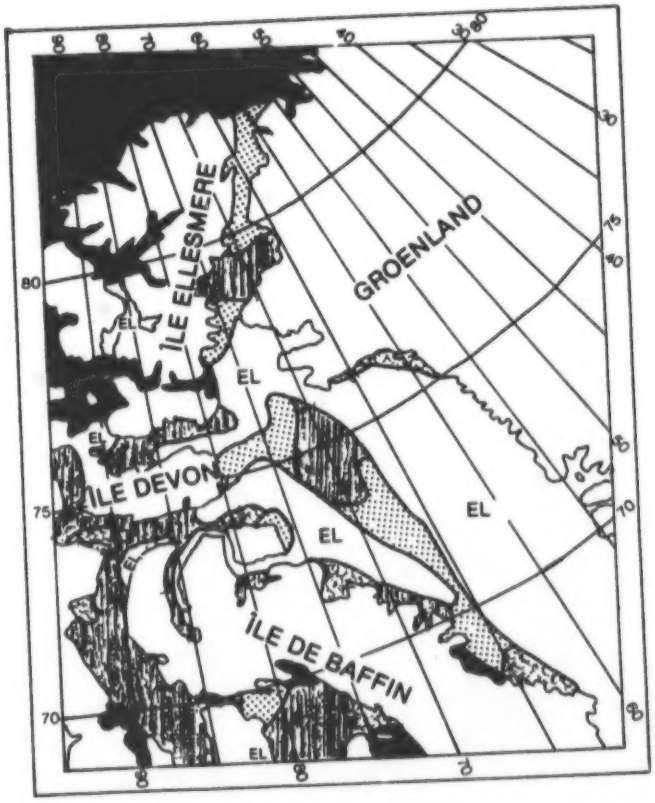
4 juillet 1978



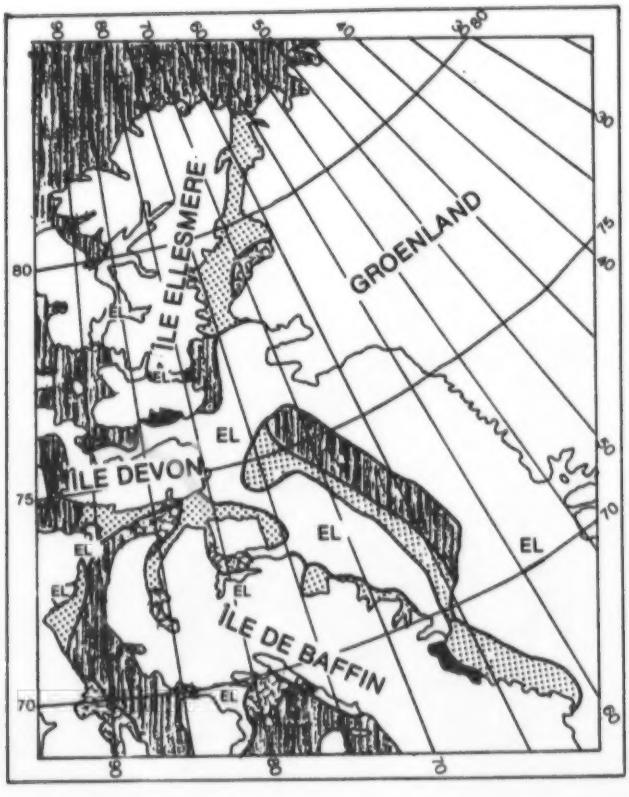
18 juillet 1978



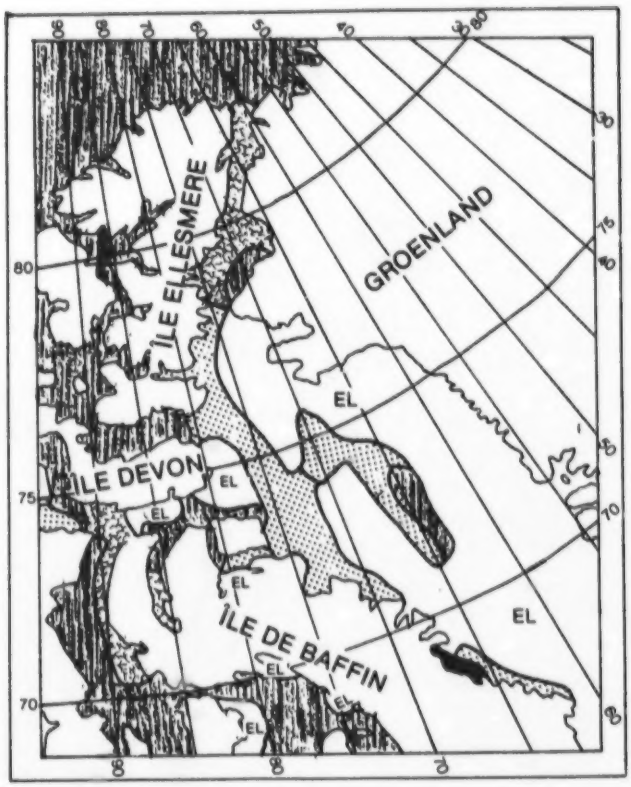
1er août 1978



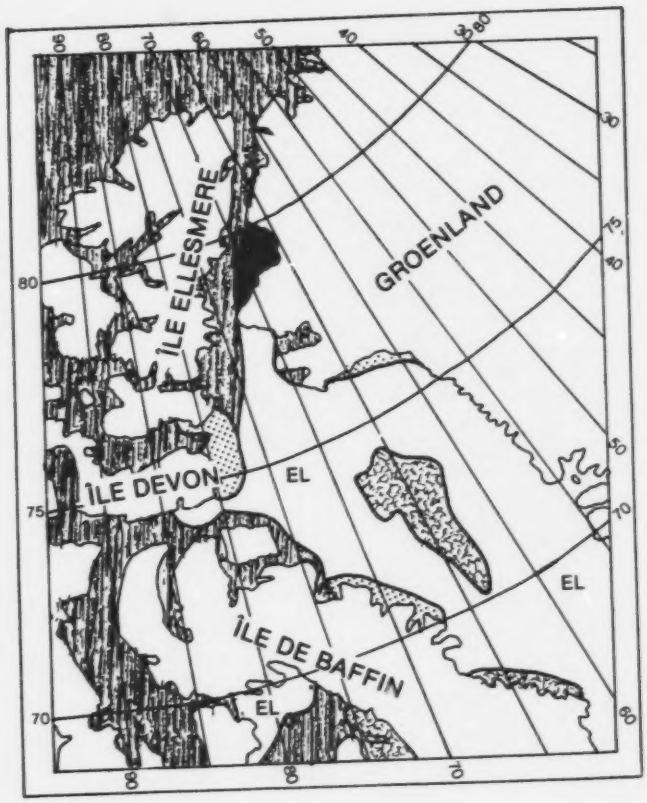
15 août 1978



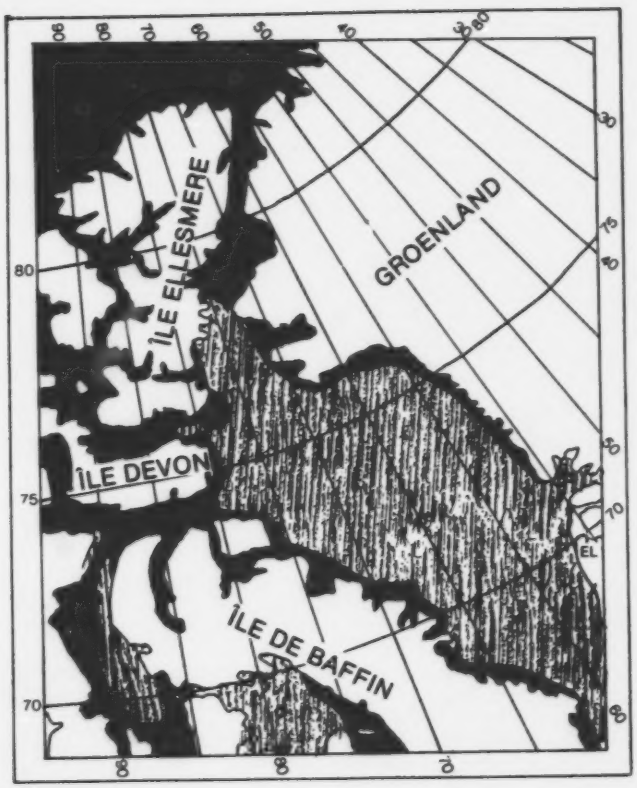
29 août 1978



12 septembre 1978



26 septembre 1978



5 décembre 1978

ANNEXE 2B Couverture de glace du détroit de Lancaster et du nord-ouest de la mer de Baffin, du 6 juin au 5 décembre 1978

SYMBOLES

CONCENTRATION DE GLACE SUR PLUSIEURS ANNÉES (DIXIÈMES)

CONCENTRATION TOTALE DE LA GLACE (DIXIÈMES)

DIMENSION DU FLOE PRINCIPAL:

G: PLUS GRAND OU ÉGAL À 10 KM

V: PLUS GRAND OU ÉGAL À 2 KM MAIS MOINS DE 10 KM

B-S: MOINS DE 2 KM

CONDITIONS QUI MODIFIENT LA GLACE

LF: GLACE DE RIVE

CONS: GLACE DE TASSEMENT OU BANQUISE FERME

NEW: GLACE RÉCEMMENT FORMÉE

PASSAGE OU FISSURE

LÉGENDE

GLACE FIXÉE (LF), GLACE DE TASSEMENT OU BANQUISE FERME (CONS)

GLACE MINCE RÉCEMMENT FORMÉE (NOUVELLE)

ZONE DE FRACTURE

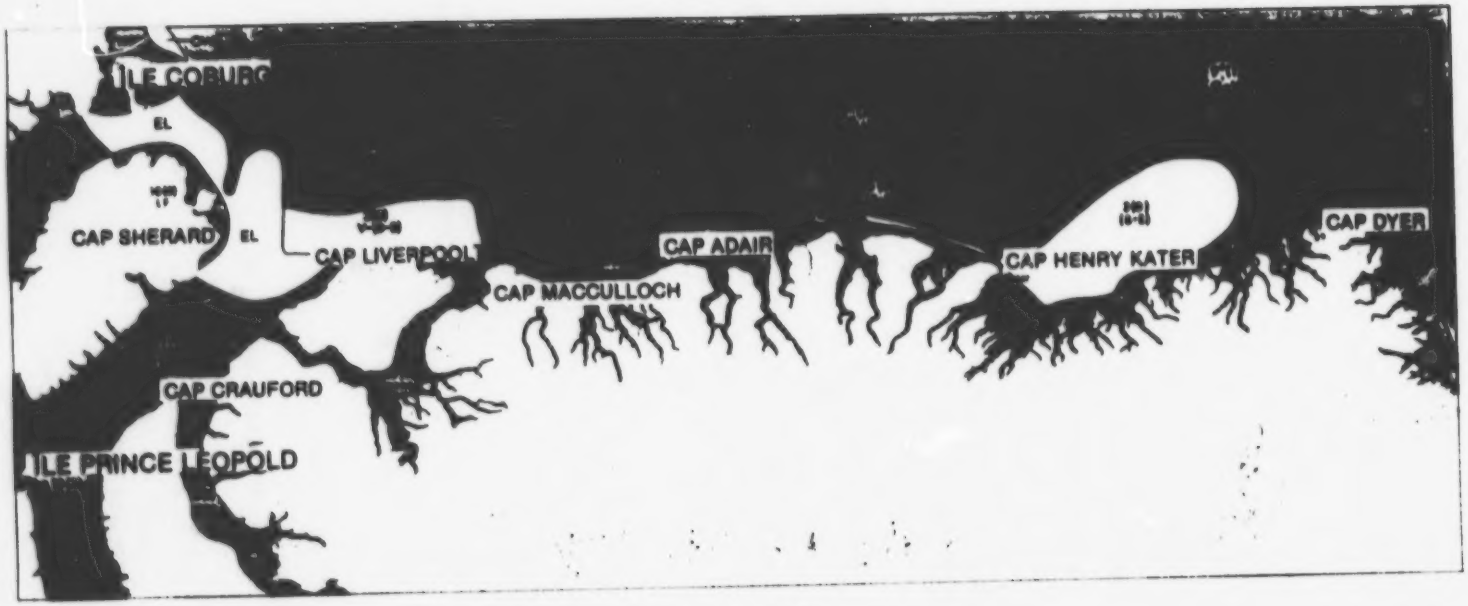
BANQUISE TRÈS SERRÉE

BANQUISE SERRÉE

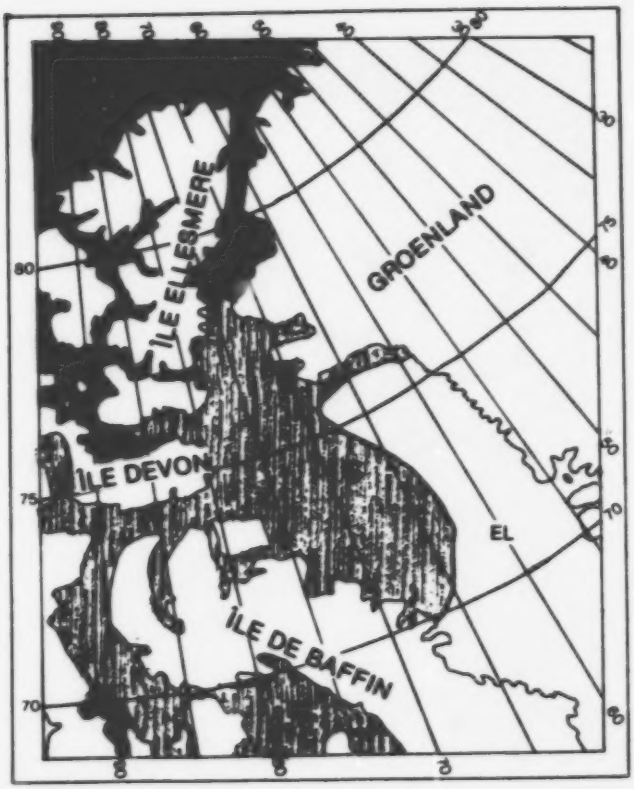
BANQUISE LÂCHE

BANQUISE TRÈS LÂCHE

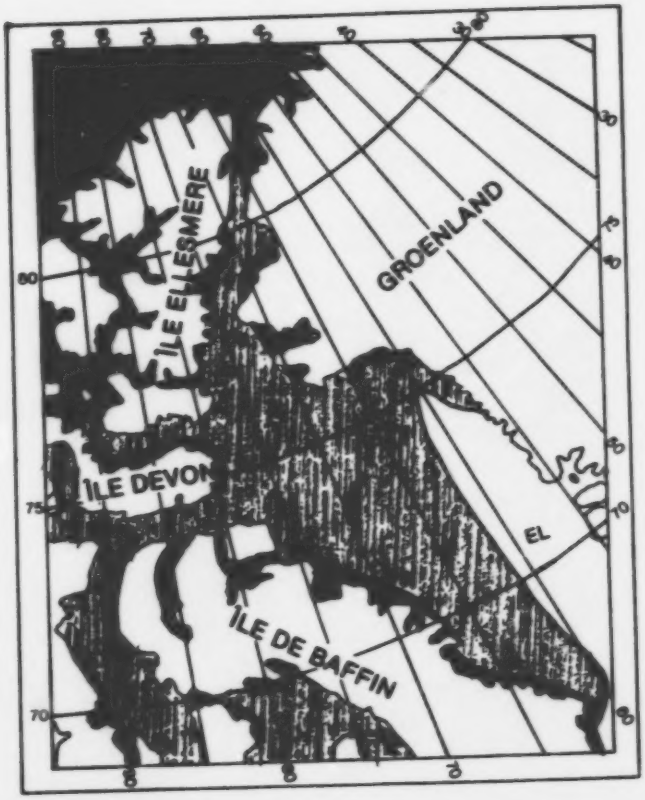
EAU LIBRE (EL), EAU BERGER (EB)


ILE COBURG
CAP SHERARD
CAP LIVERPOOL
CAP MACCULLOCH
CAP ADAIR
CAP HENRY KATER
CAP DYER
CAP CRAUFORD
ILE PRINCE LEOPOLD

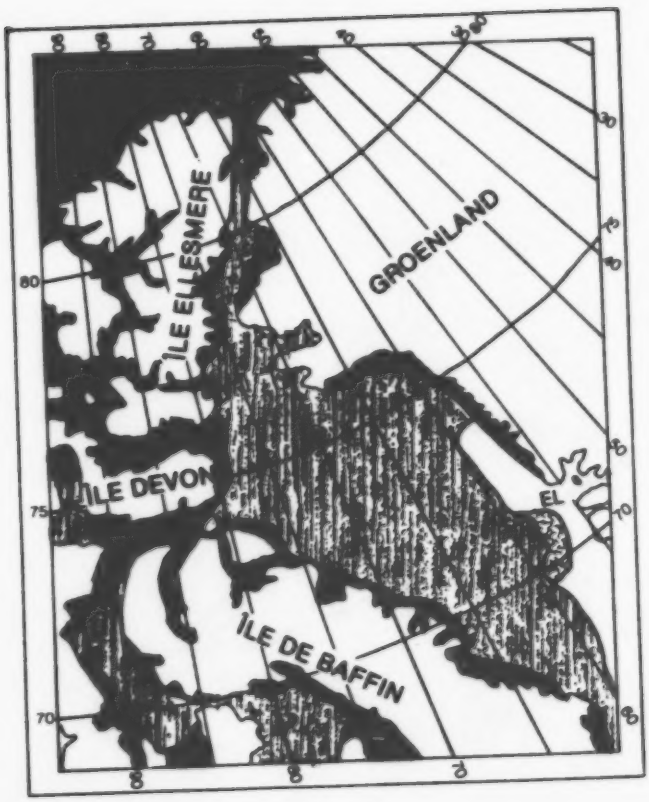
6 juin 1978



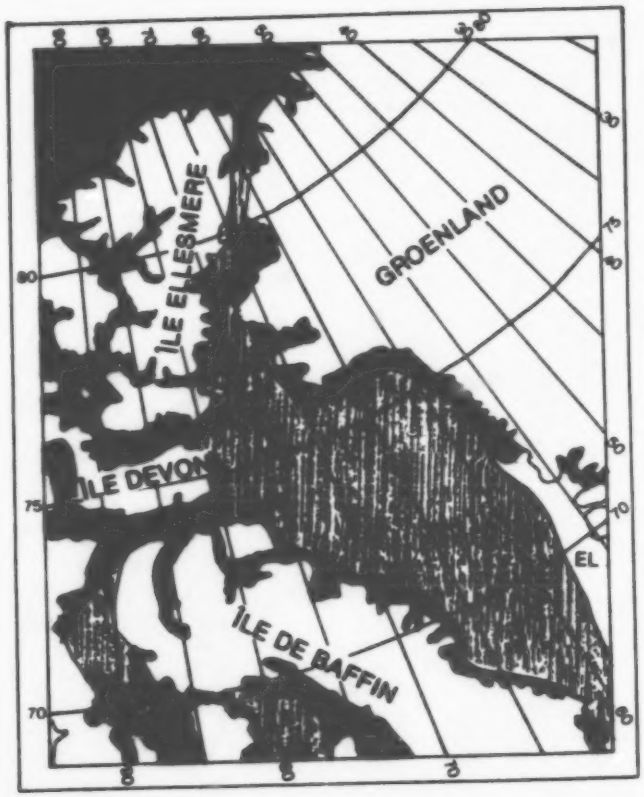
10 octobre 1978



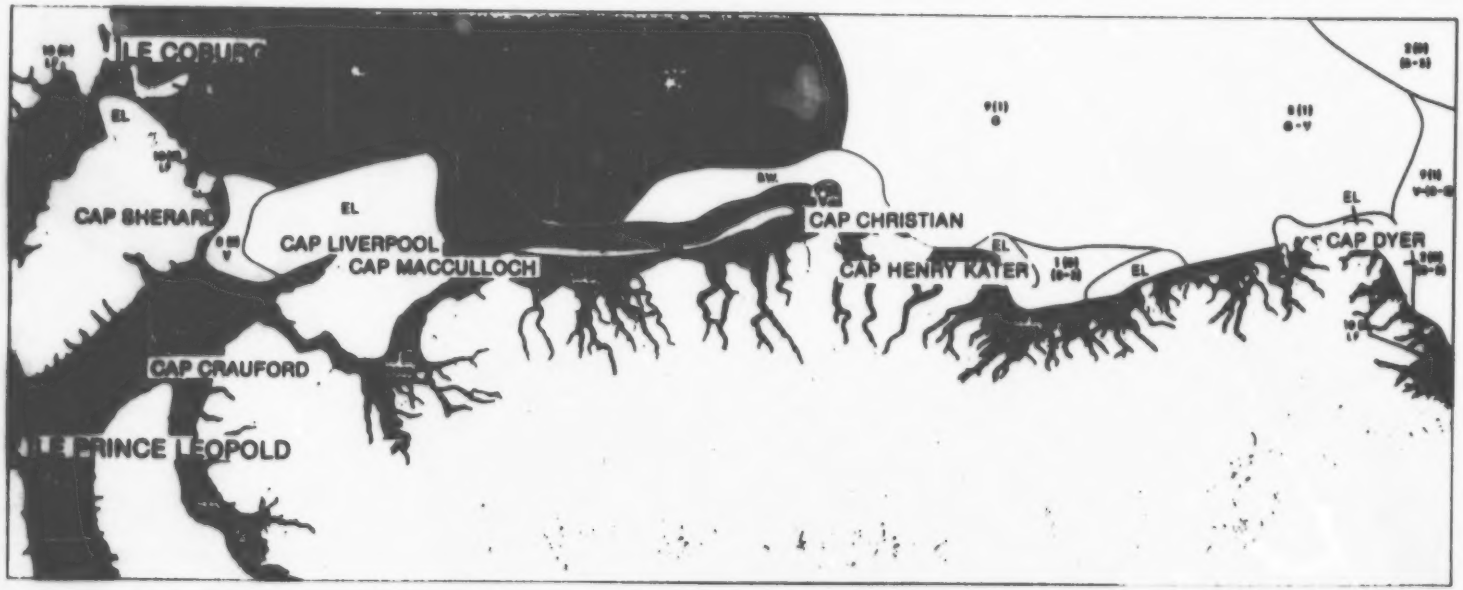
24 octobre 1978



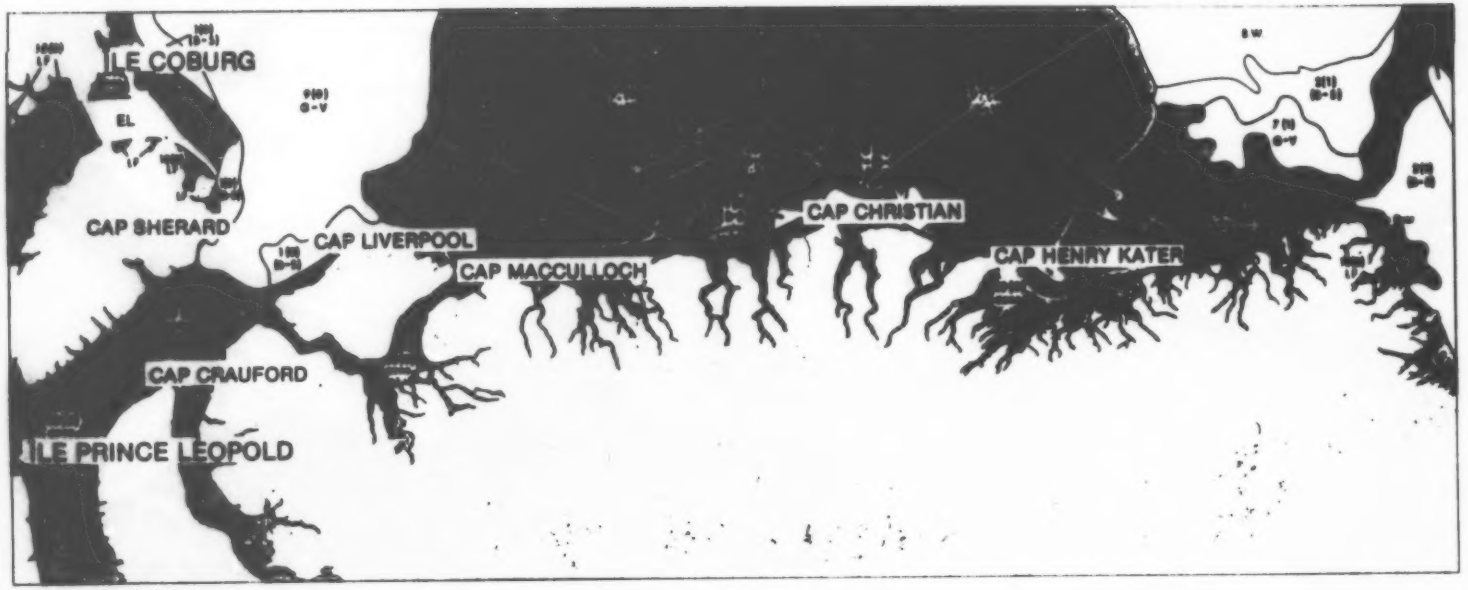
7 novembre 1978



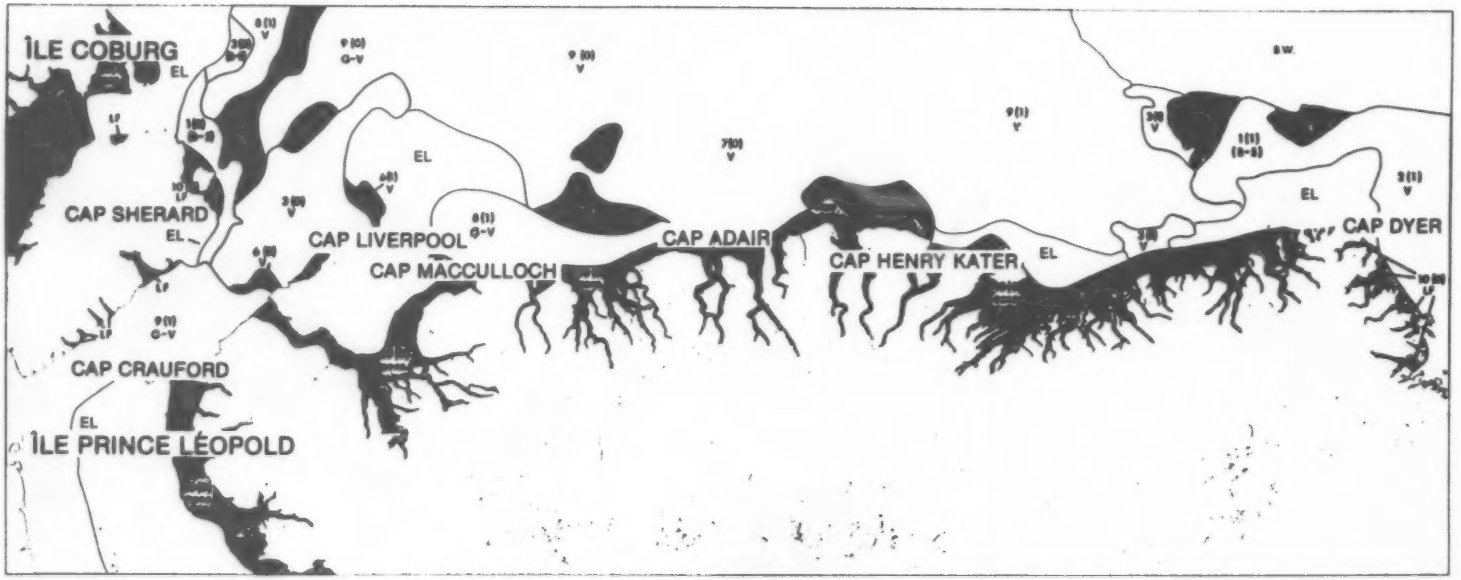
21 novembre 1978


CAP SHERARD
CAP LIVERPOOL
CAP MACCULLOCH
CAP CHRISTIAN
CAP HENRY KATER
CAP CRAUFORD
PRINCE LEOPOLD

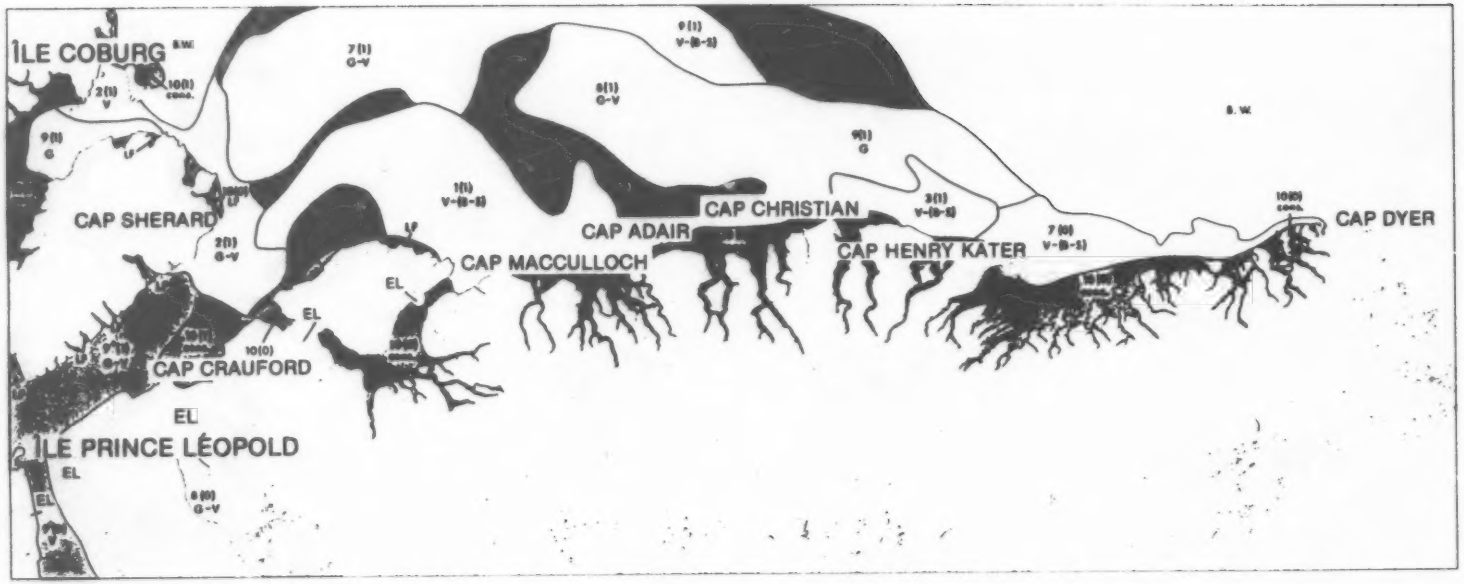
20 juin 1978



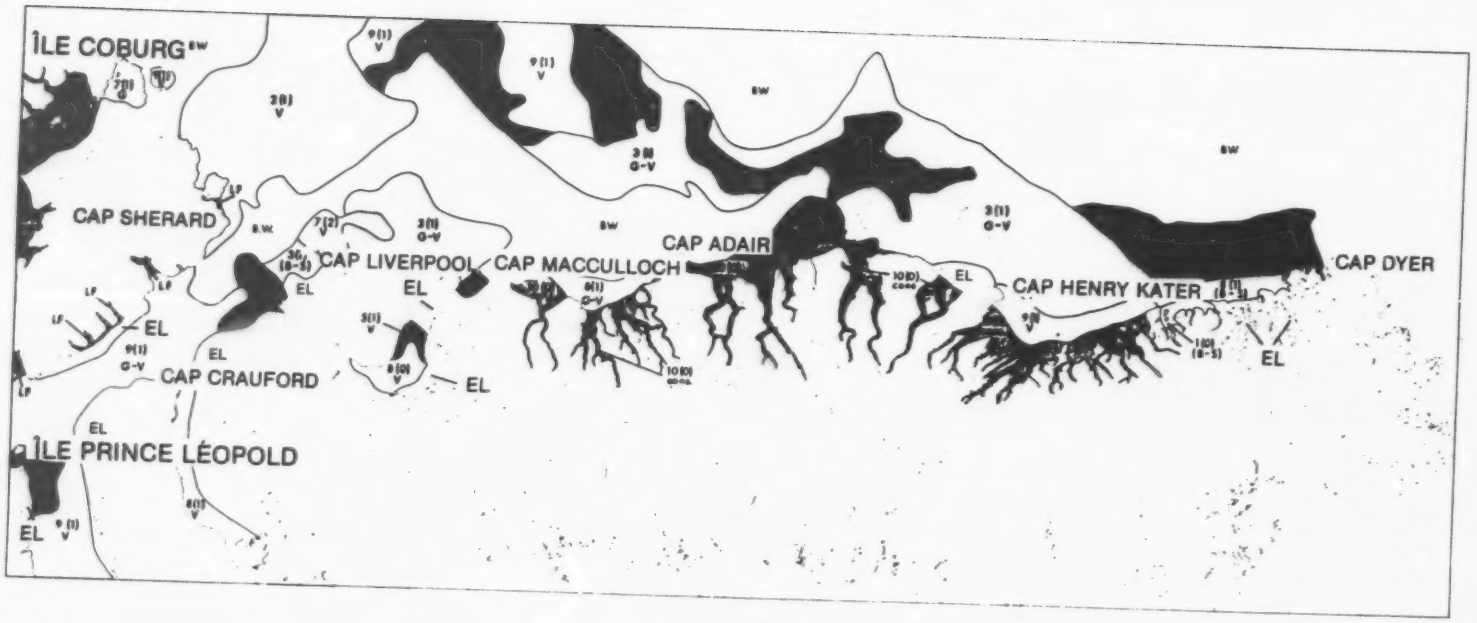
4 juillet 1978



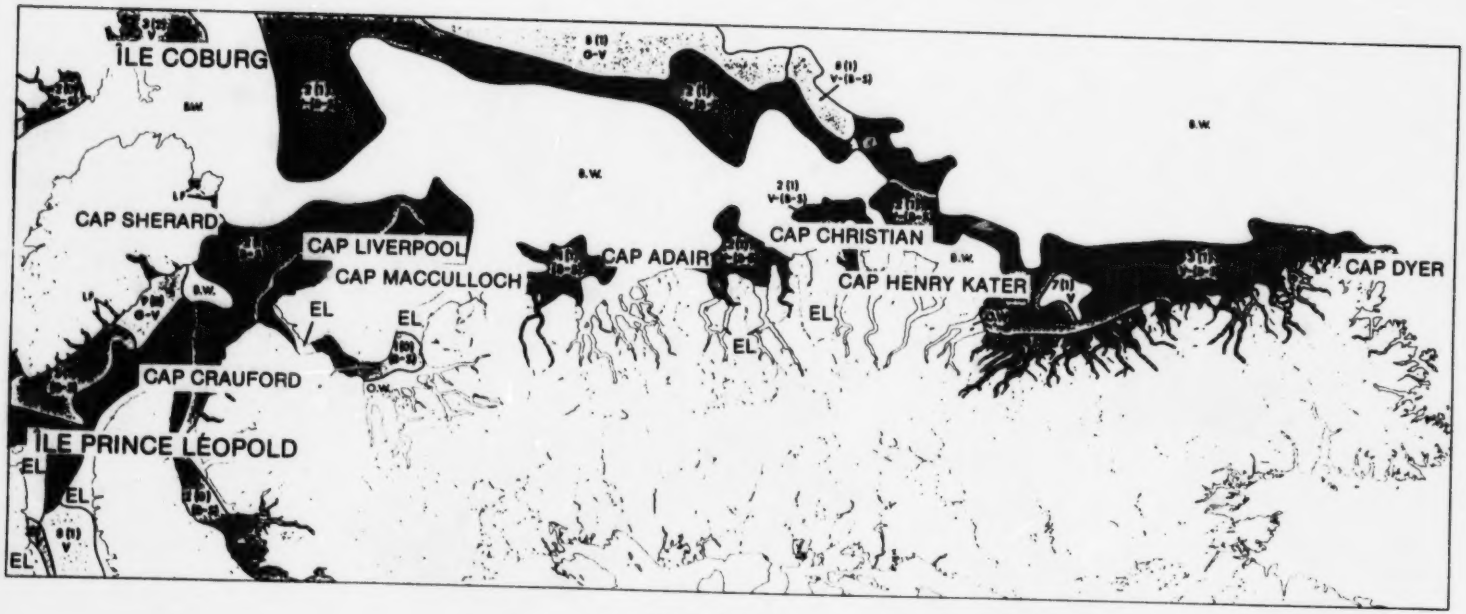
18 juillet 1978


ÎLE COBURG
CAP SHERARD
CAP CRAUFORD
ÎLE PRINCE LÉOPOLD
CAP MACCULLOCH
CAP ADAIR
CAP CHRISTIAN
CAP HENRY KATER
CAP DYER
EL

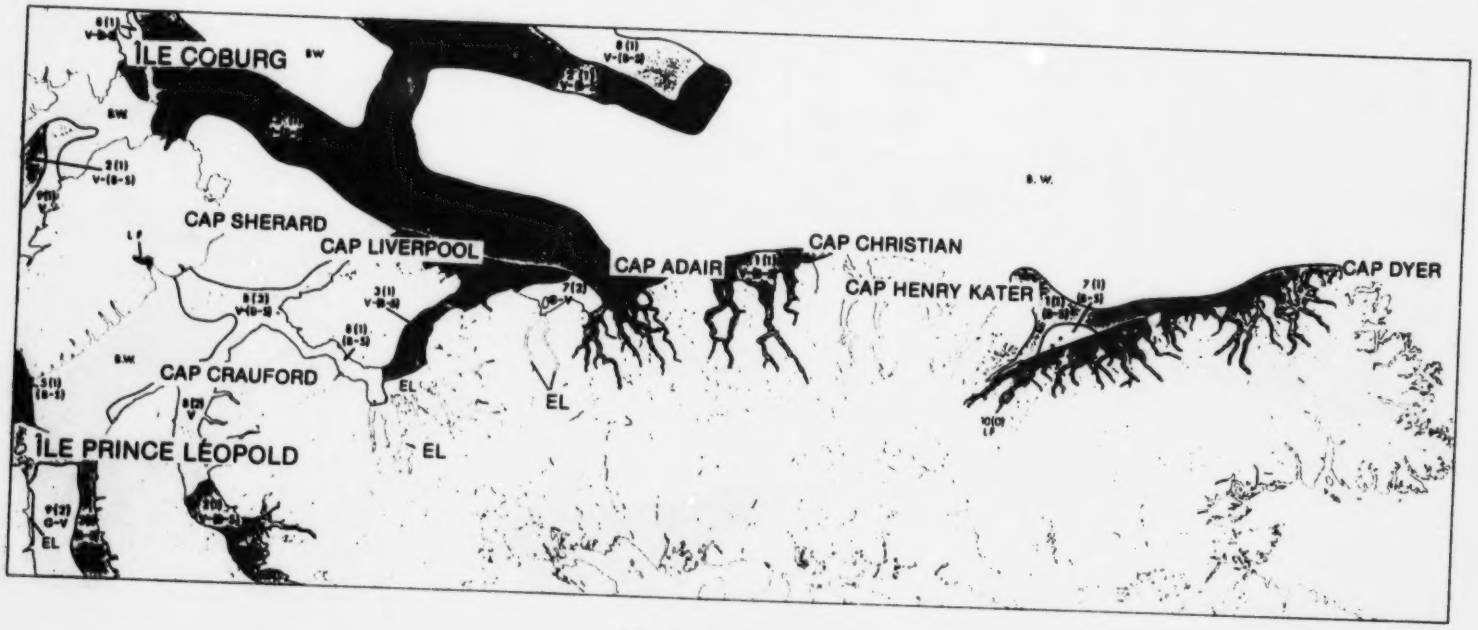
1 août 1978


ÎLE COBURG
CAP SHERARD
CAP LIVERPOOL
CAP MACCULLOCH
CAP ADAIR
CAP HENRY KATER
CAP DYER
CAP CRAUFORD
ÎLE PRINCE LÉOPOLD
EL

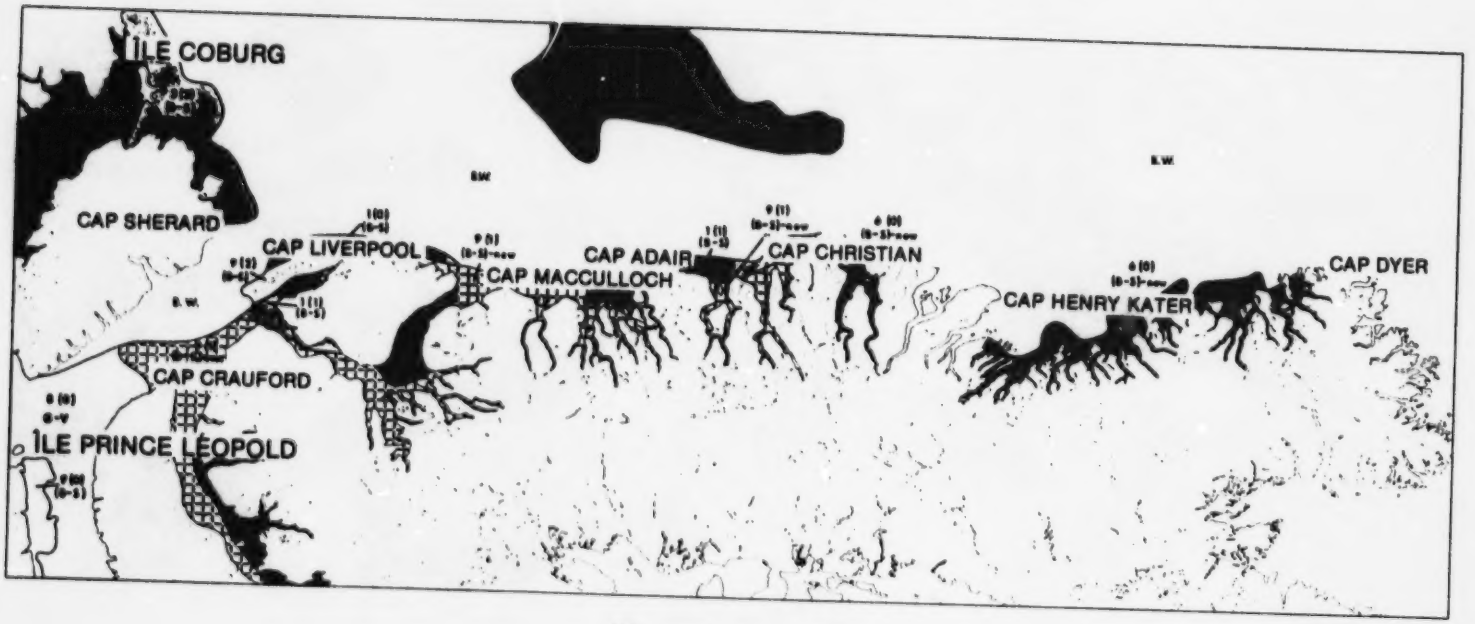
15 août 1978


ÎLE COBURG
CAP SHERARD
CAP LIVERPOOL
CAP MACCULLOCH
CAP CRAUFORD
ÎLE PRINCE LÉOPOLD
CAP ADAIR
CAP CHRISTIAN
CAP HENRY KATER
CAP DYER
EL
O.W.

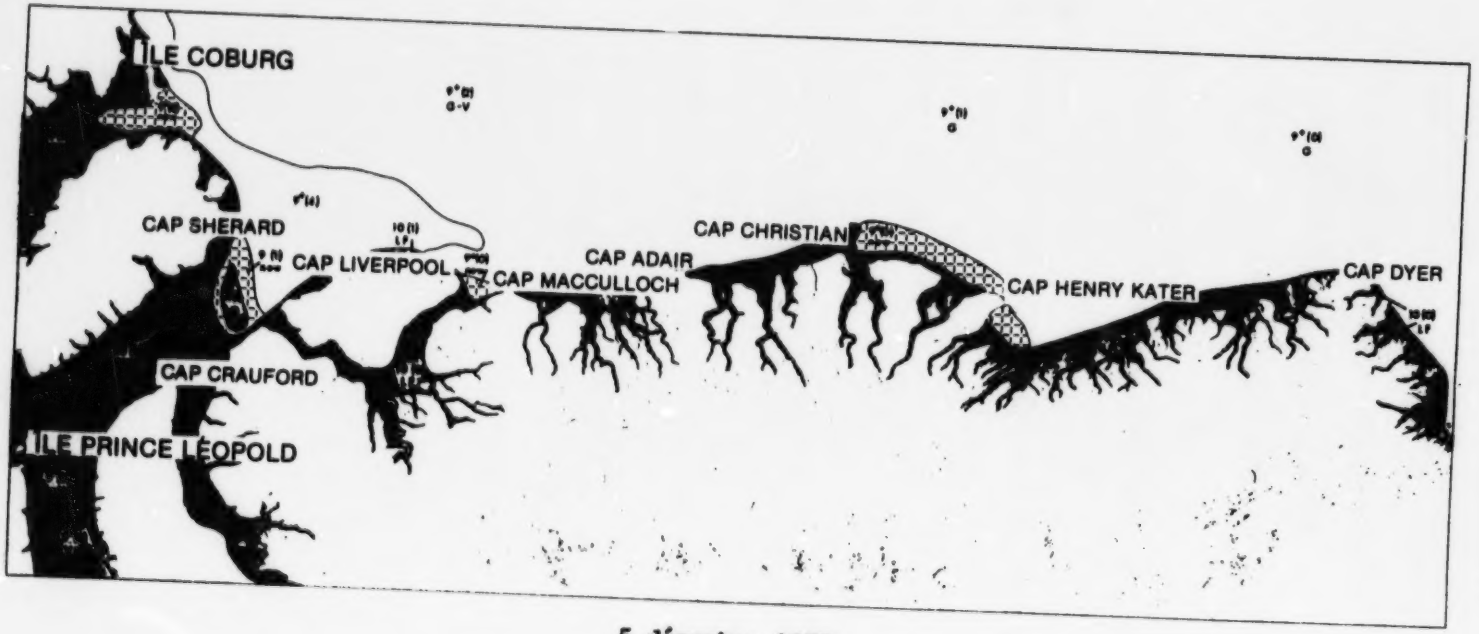
29 août 1978



12 septembre 1978



26 septembre 1978



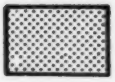
5 décembre 1978

ANNEXE 3A Concentrations de glace cartographiées
à des intervalles de deux semaines
du 12 juin au 13 novembre 1979

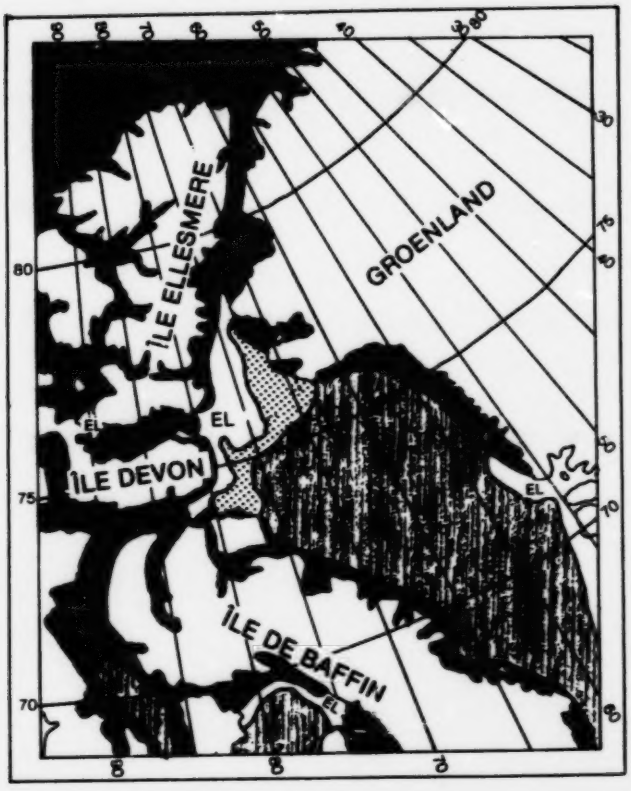
Légende des cartes de concentration de glace

concentration de 10/10 (glace consolidée ou fixée)

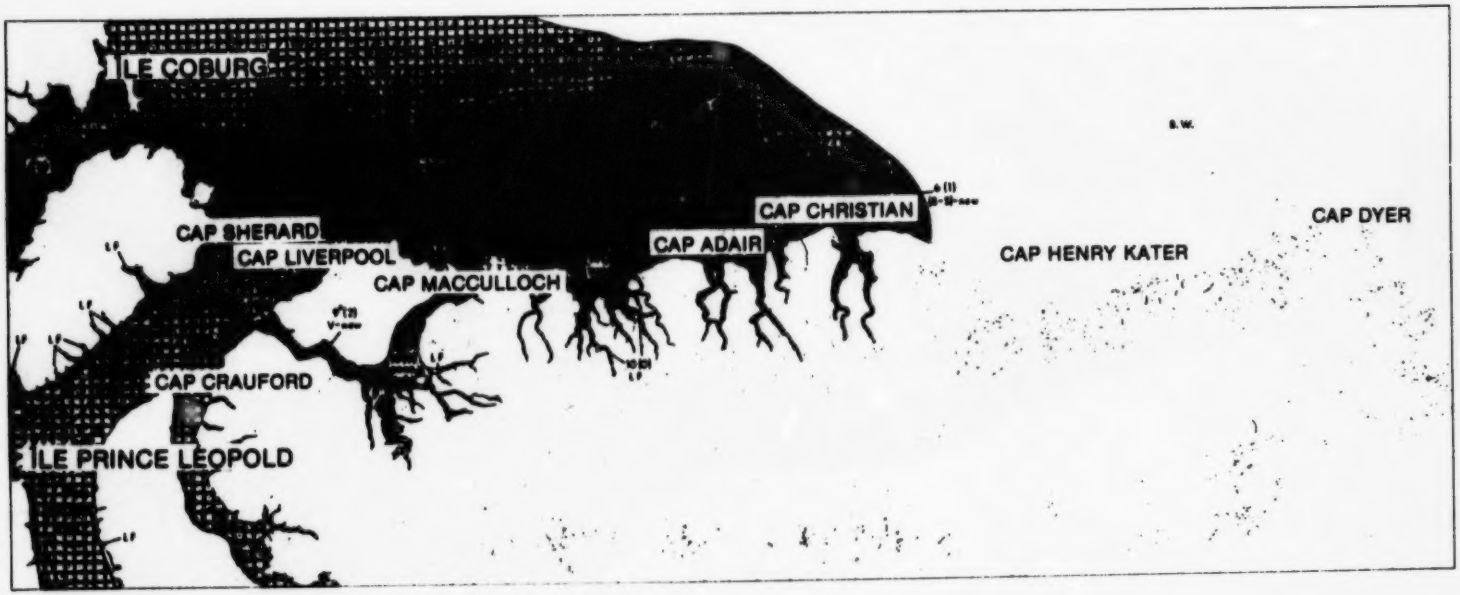
concentration de 7/10 à 9/10+


concentration de 1/10 à 3/10

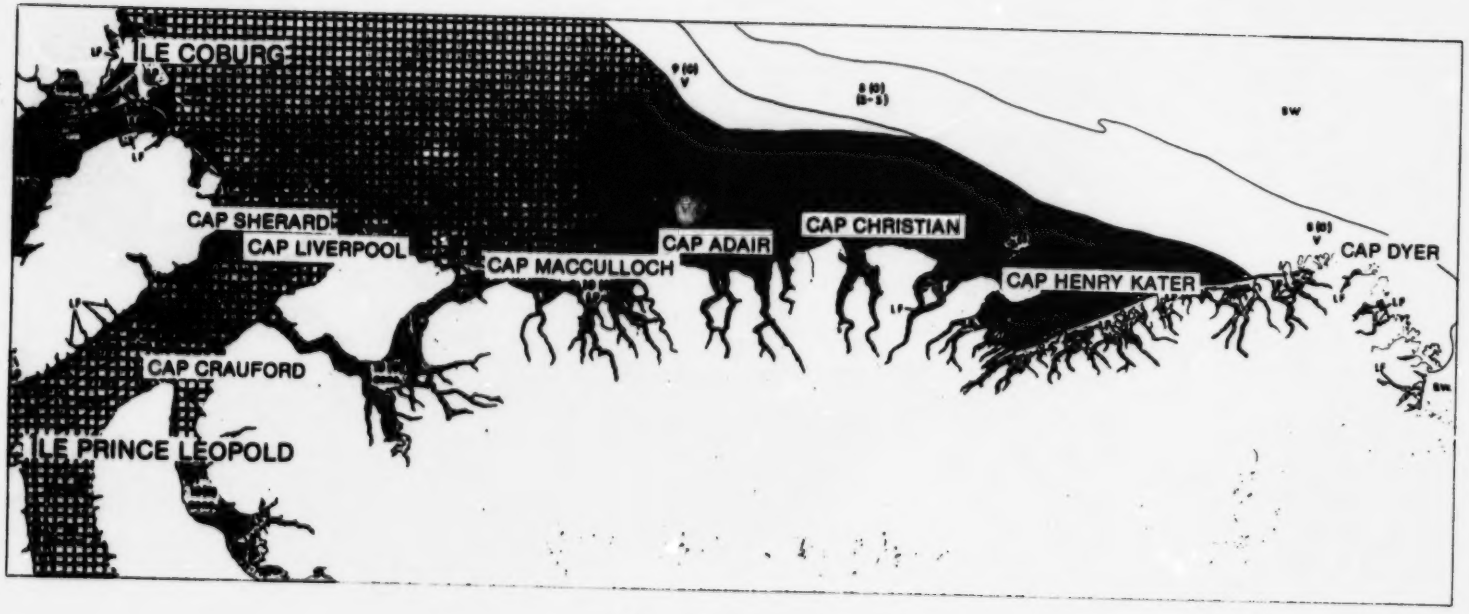
concentration inférieure à 1/10 (eau libre)



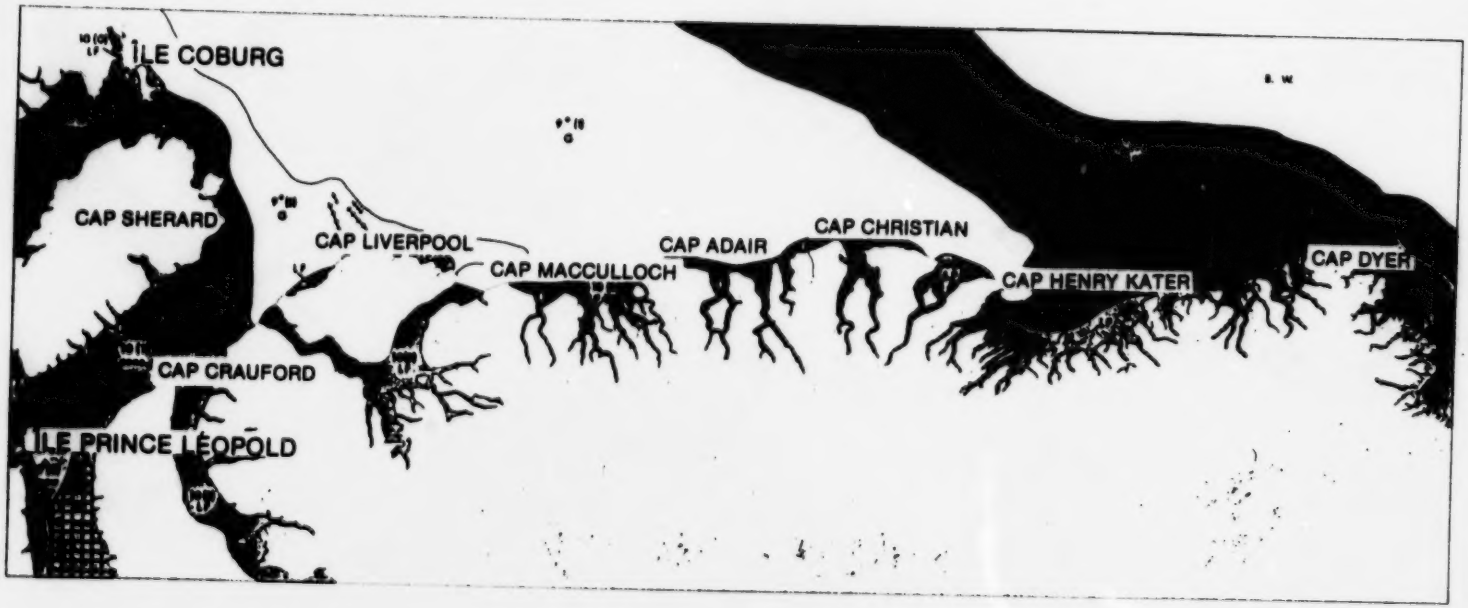
12 juin 1979



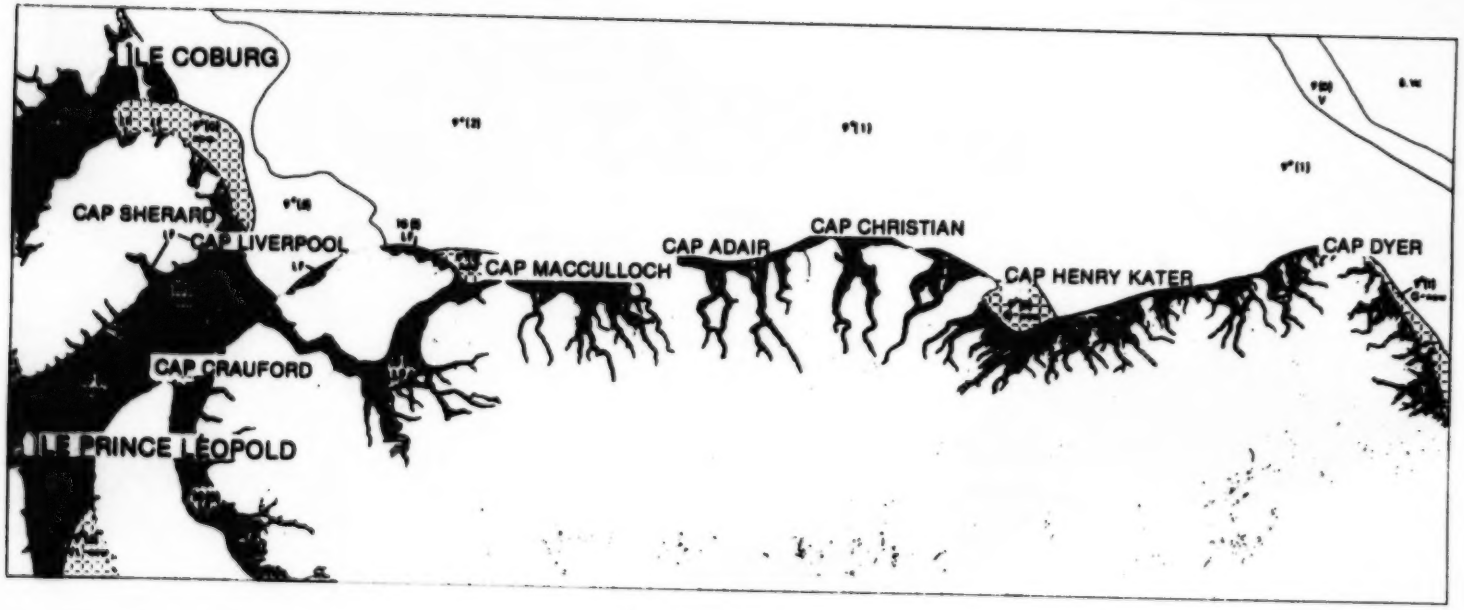
10 octobre 1978



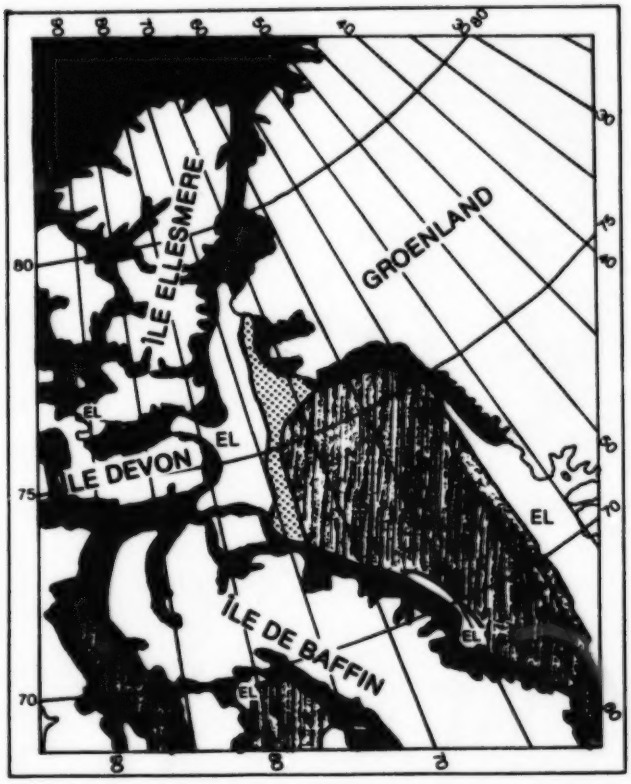
24 octobre 1978



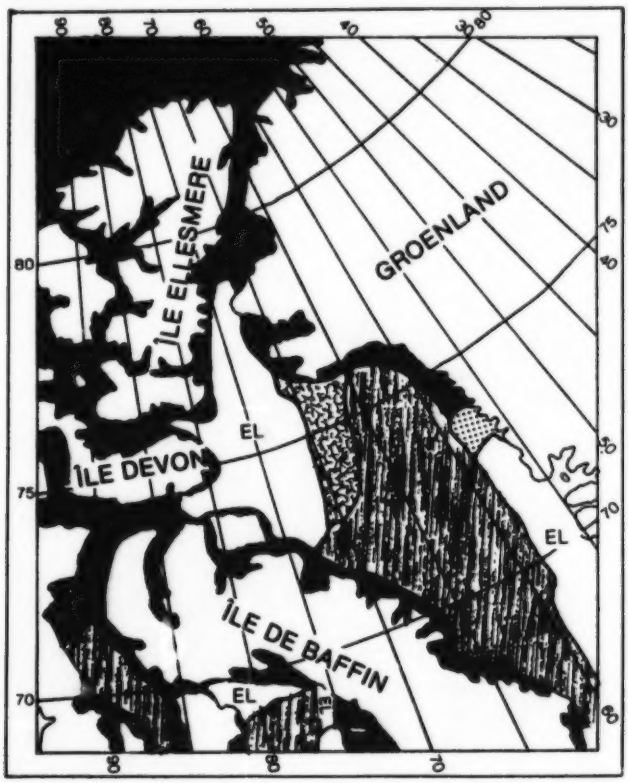
7 novembre 1978



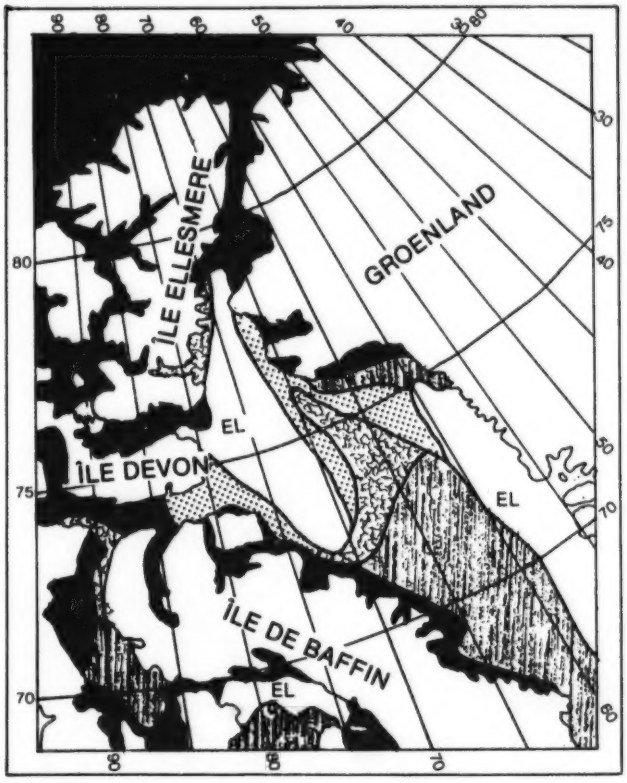
21 novembre 1978



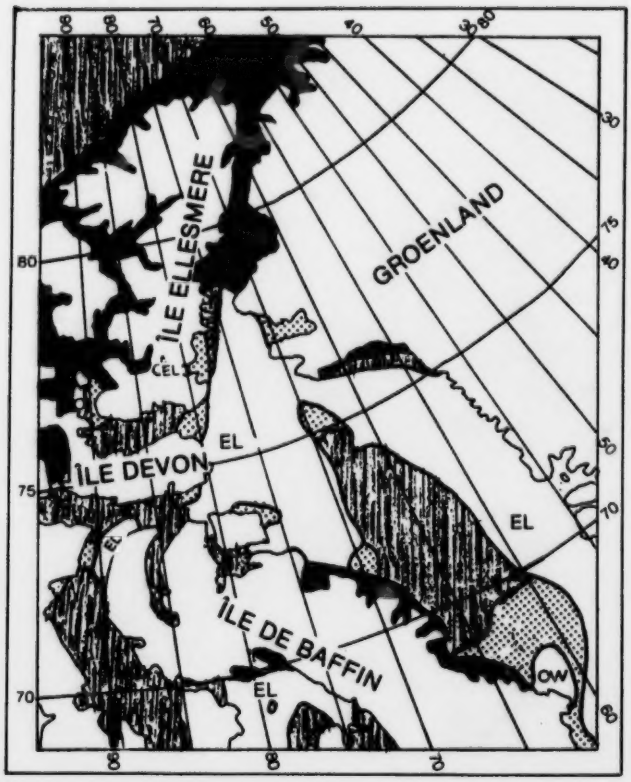
26 juin 1979



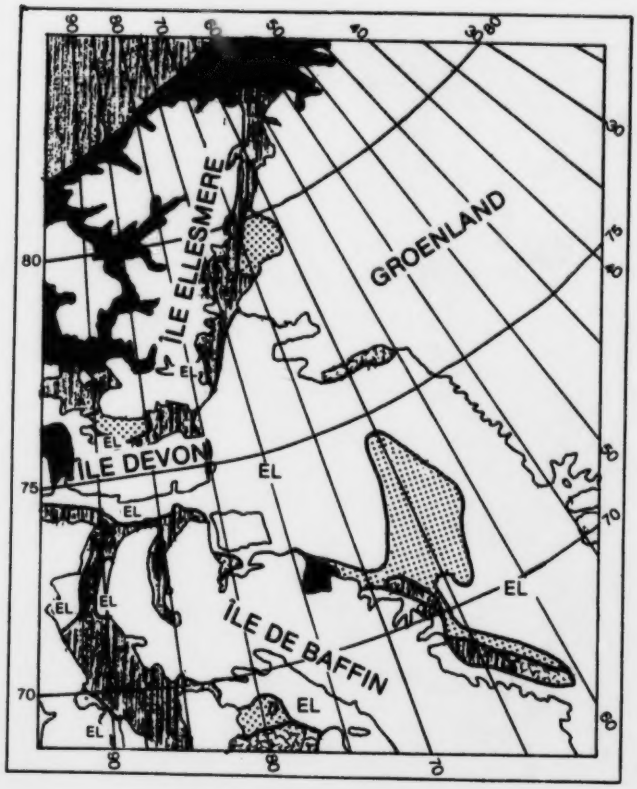
10 juillet 1979



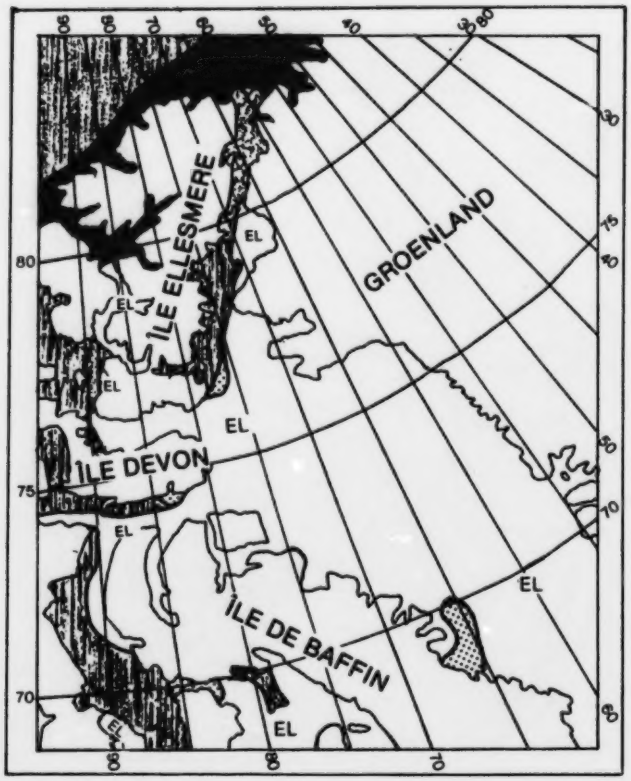
24 juillet 1979


ÎLE ELLESMERE
GROENLAND
ÎLE DEVON
ÎLE DE BAFFIN
CEL
EL
OW
80
75
70

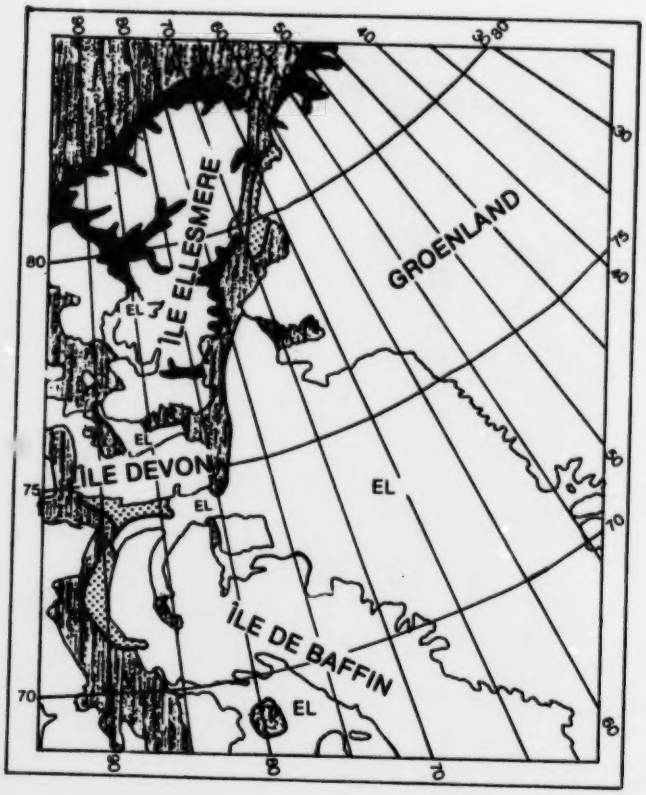
7 août 1979



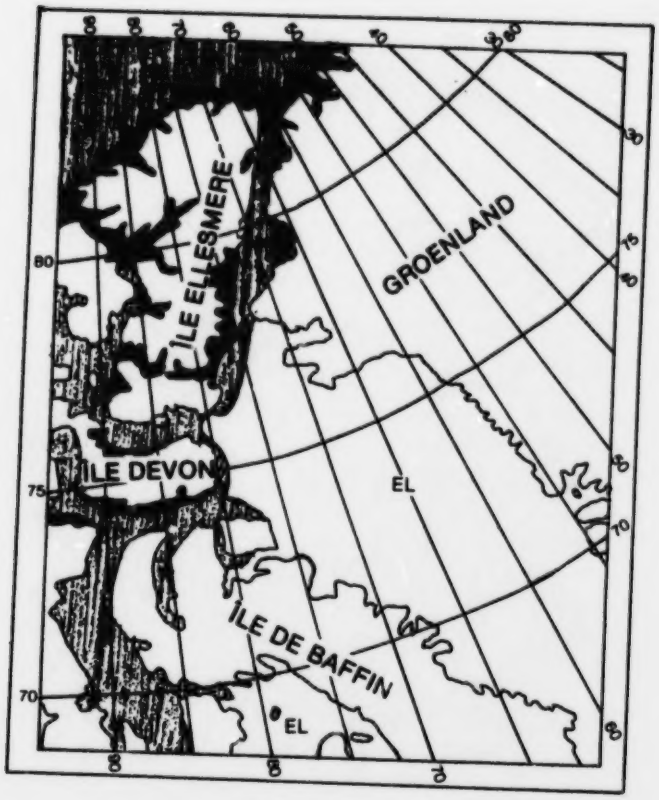
21 août 1979



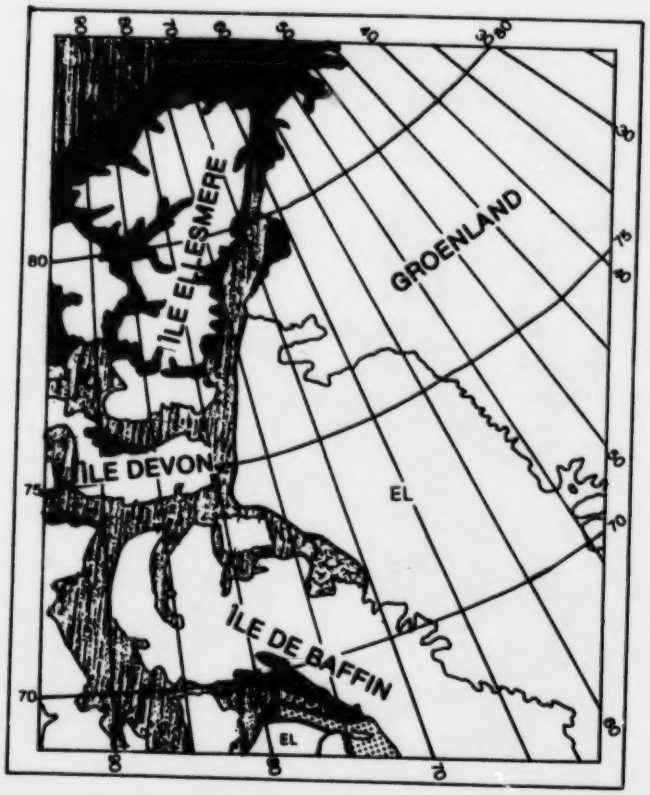
4 septembre 1979



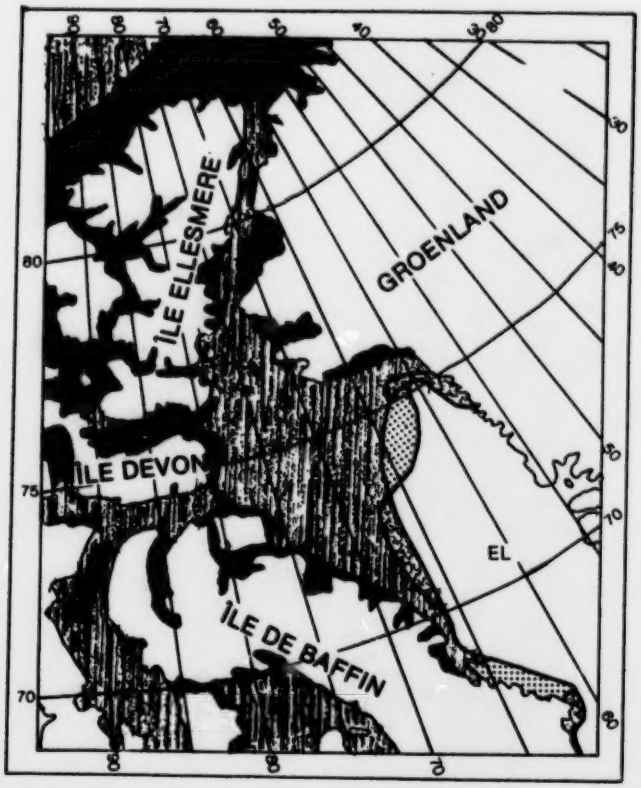
18 septembre 1979



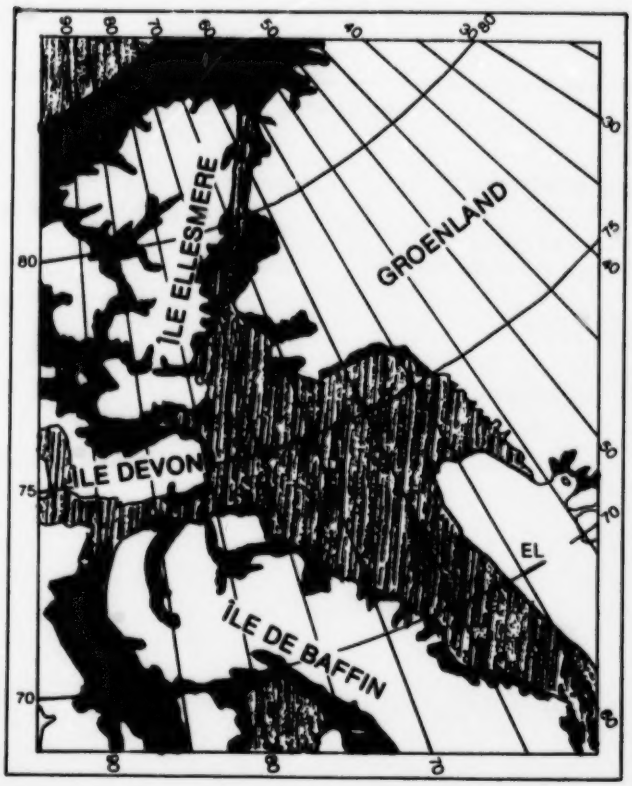
2 octobre 1979



16 octobre 1979



30 octobre 1979



13 novembre 1979

ANNEXE 3B Couverture de glace du détroit de Lancaster et du nord-ouest de la mer de Baffin, du 12 juin au 13 novembre 1979

SYMBOLES

CONCENTRATION DE GLACE SUR PLUSIEURS ANNÉES (DIXIÈMES)

CONCENTRATION TOTALE DE LA GLACE (DIXIÈMES)

DIMENSION DU FLOE PRINCIPAL:

- G: PLUS GRAND OU ÉGAL À 10 KM
- V: PLUS GRAND OU ÉGAL À 2 KM MAIS MOINS DE 10 KM
- B-S: MOINS DE 2 KM

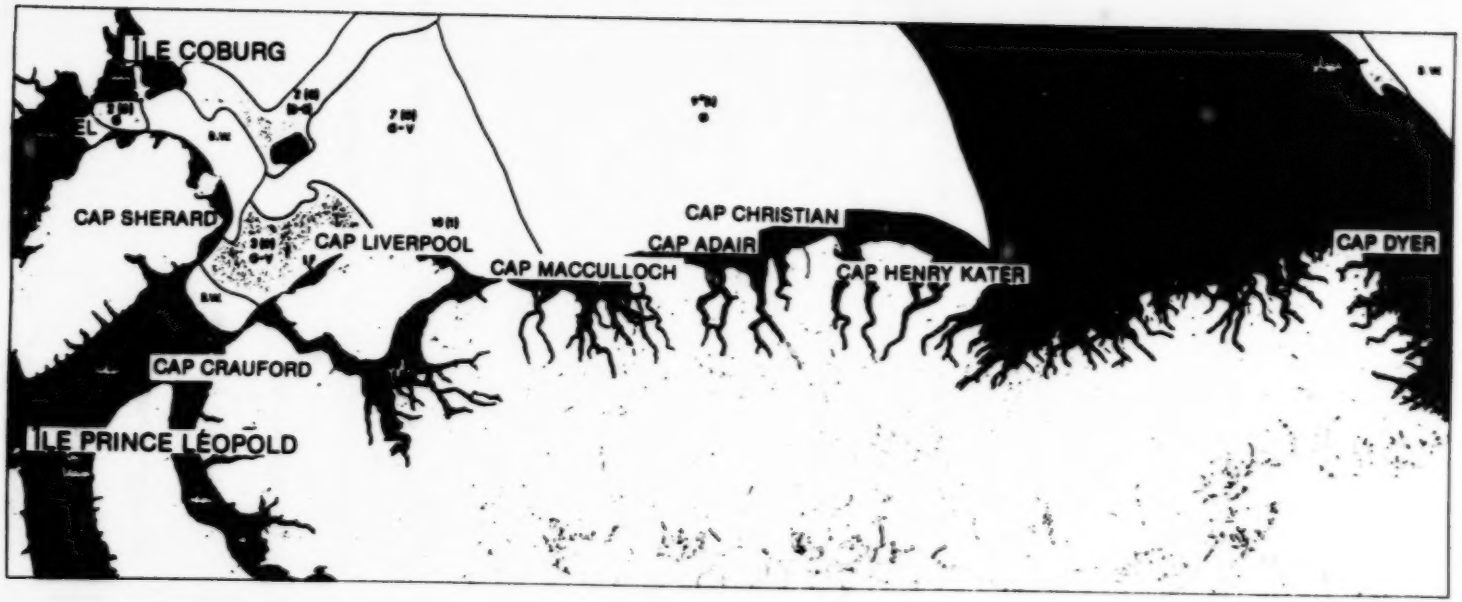
CONDITIONS QUI MODIFIENT LA GLACE

- LF: GLACE DE RIVE
- CONS: GLACE DE TASSEMENT OU BANQUISE FERME
- NEW: GLACE RÉCEMMENT FORMÉE

PASSAGE OU FISSURE

LÉGENDE

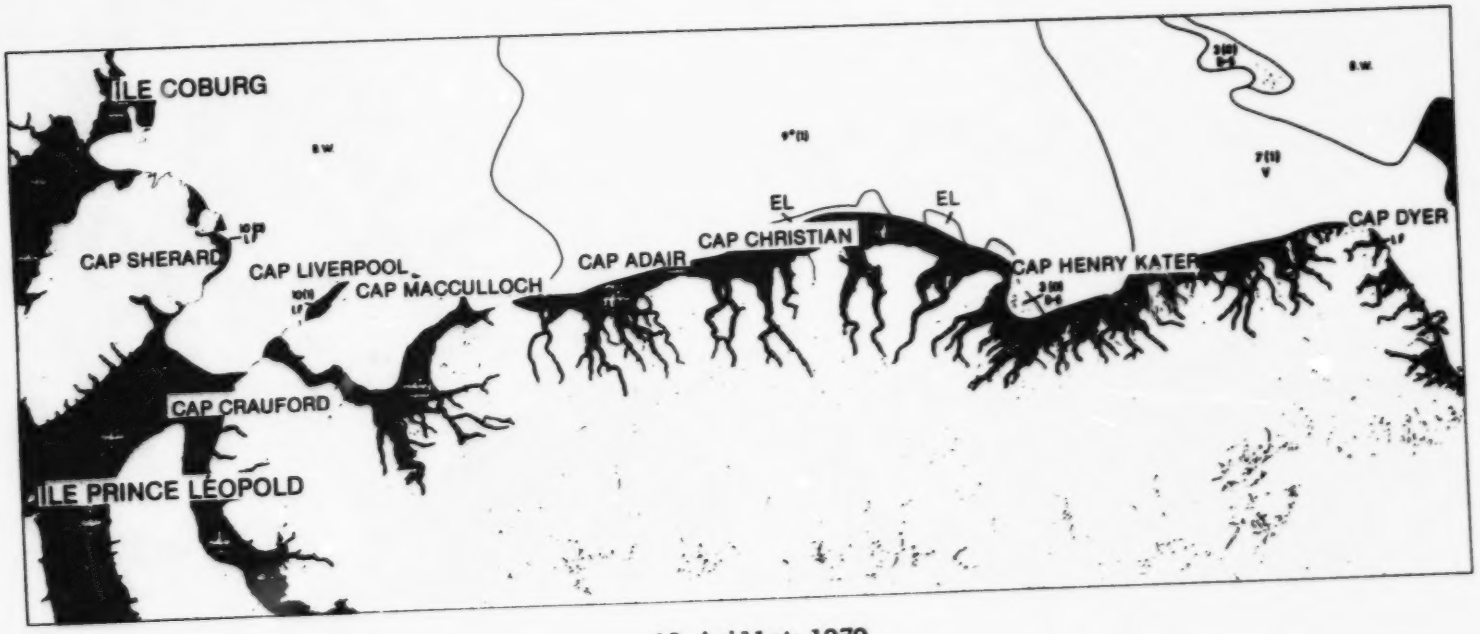
- GLACE FIXÉE (LF), GLACE DE TASSEMENT OU BANQUISE FERME (CONS)
- GLACE MINCE RÉCEMMENT FORMÉE (NOUVELLE)
- ZONE DE FRACTURE
- BANQUISE TRÈS SERRÉE
- BANQUISE SERRÉE
- BANQUISE LÂCHE
- BANQUISE TRÈS LÂCHE
- EAU LIBRE (EL), EAU BERGER (EB)


ILE COBURG
CAP SHERARD
CAP LIVERPOOL
CAP CRAUFORD
ILE PRINCE LÉOPOLD
CAP MACCULLOCH
CAP CHRISTIAN
CAP ADAIR
CAP HENRY KATER
CAP DYER

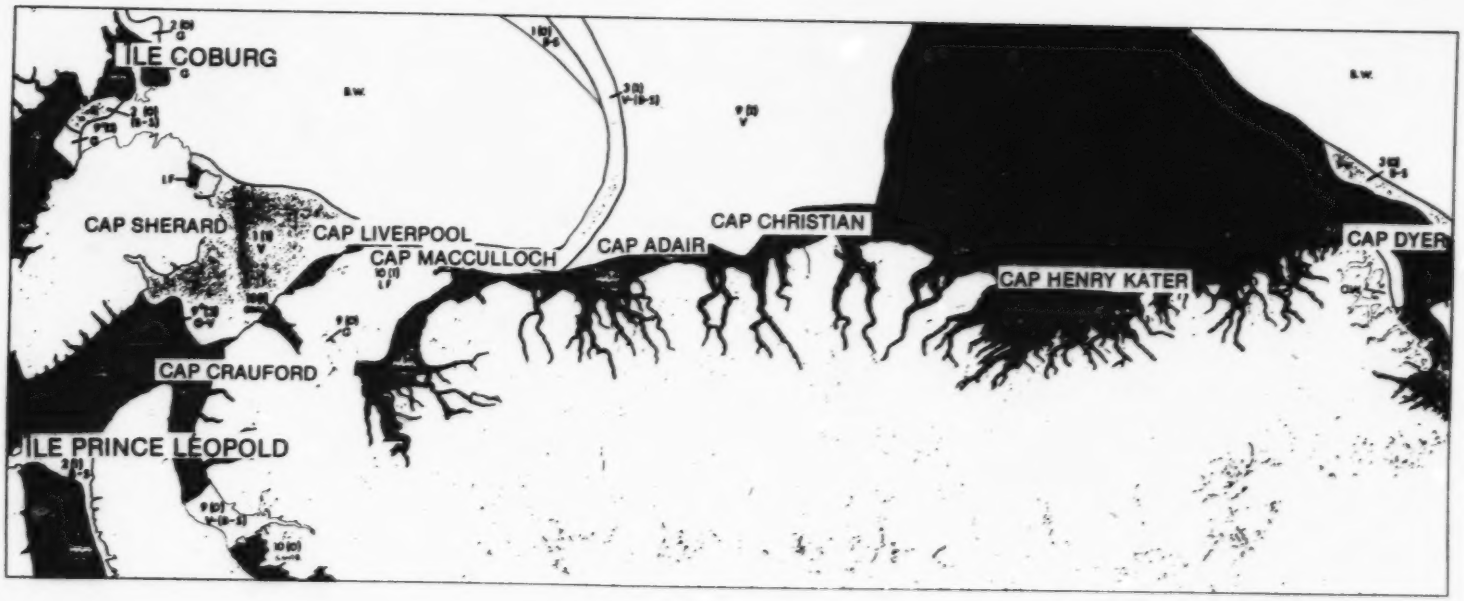
12 juin 1979

ILE COBURG
CAP SHERARD
CAP LIVERPOOL
CAP MACCULLOCH
CAP ADAIR
CAP CHRISTIAN
CAP HENRY KATER
CAP DYER
CAP CRAUFORD
ILE PRINCE LÉOPOLD

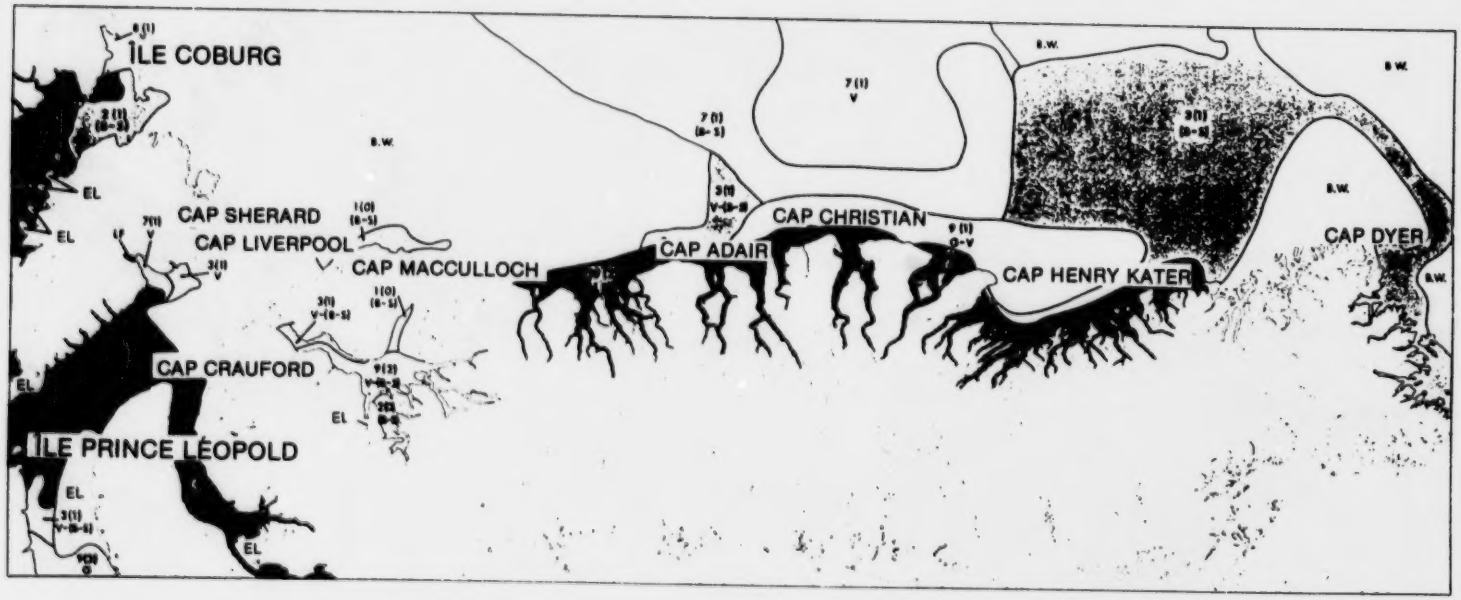
26 juin 1979



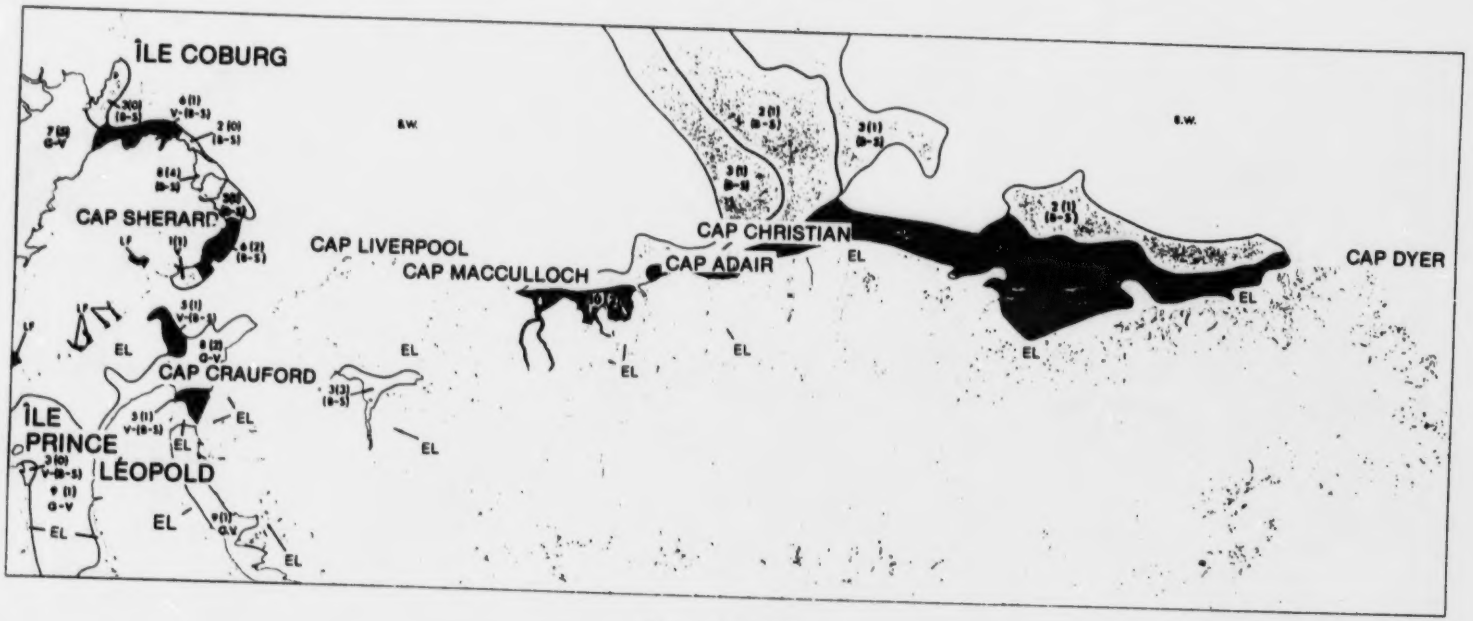
10 juillet 1979



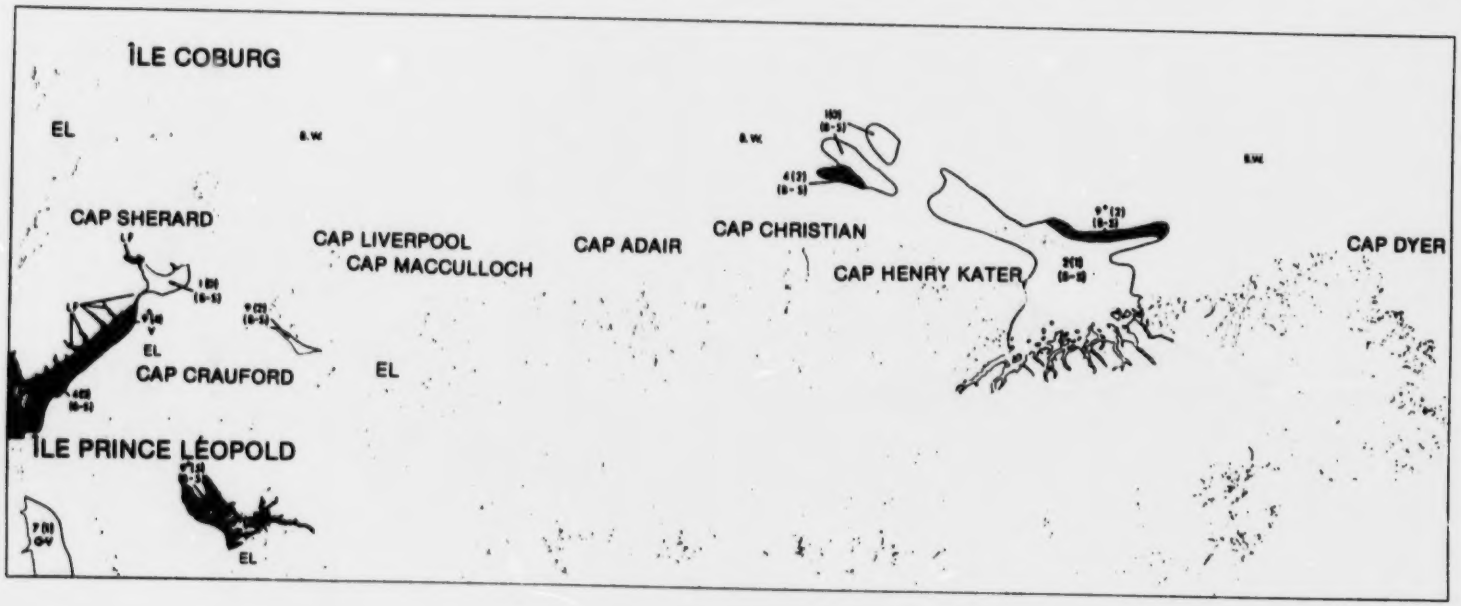
24 juillet 1979


ÎLE COBURG
CAP SHERARD
CAP LIVERPOOL
CAP MACCULLOCH
CAP CRAUFORD
ÎLE PRINCE LÉOPOLD
CAP ADAIR
CAP CHRISTIAN
CAP HENRY KATER
CAP DYER
EL
B.W.

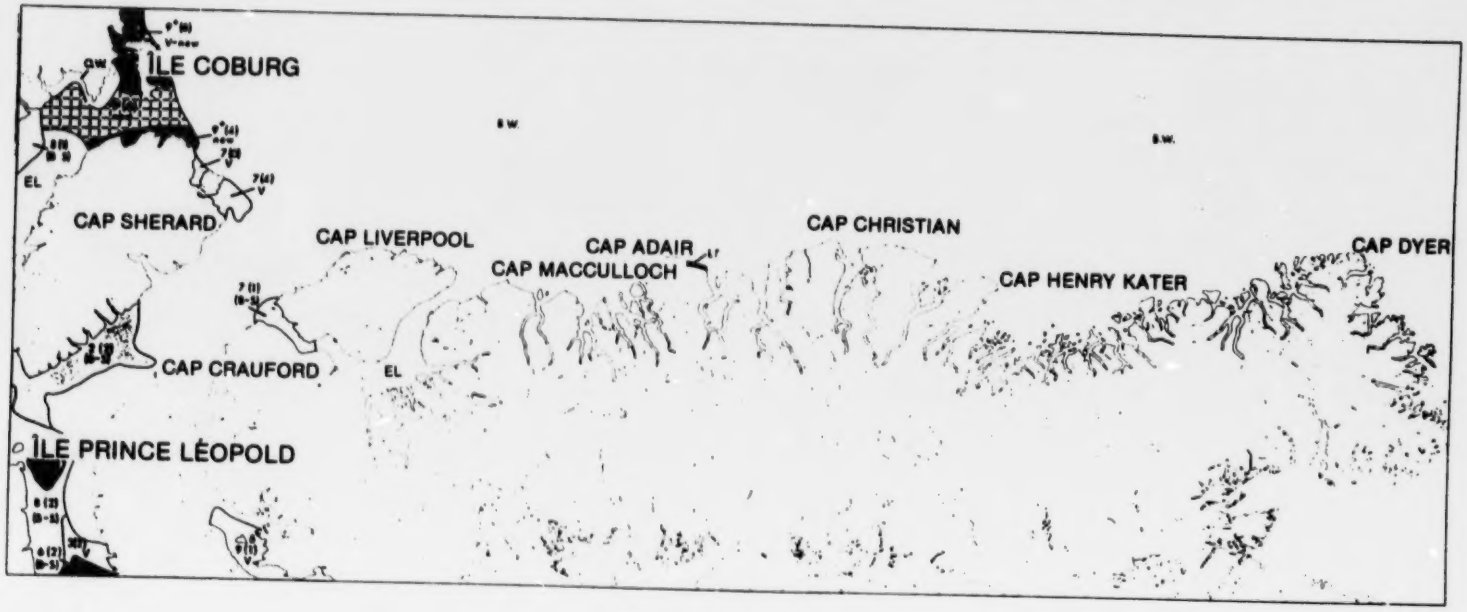
7 août 1979


ÎLE COBURG
CAP SHERARD
CAP LIVERPOOL
CAP MACCULLOCH
CAP CHRISTIAN
CAP ADAIR
CAP DYER
CAP CRAUFORD
ÎLE PRINCE LÉOPOLD
EL
S.W.

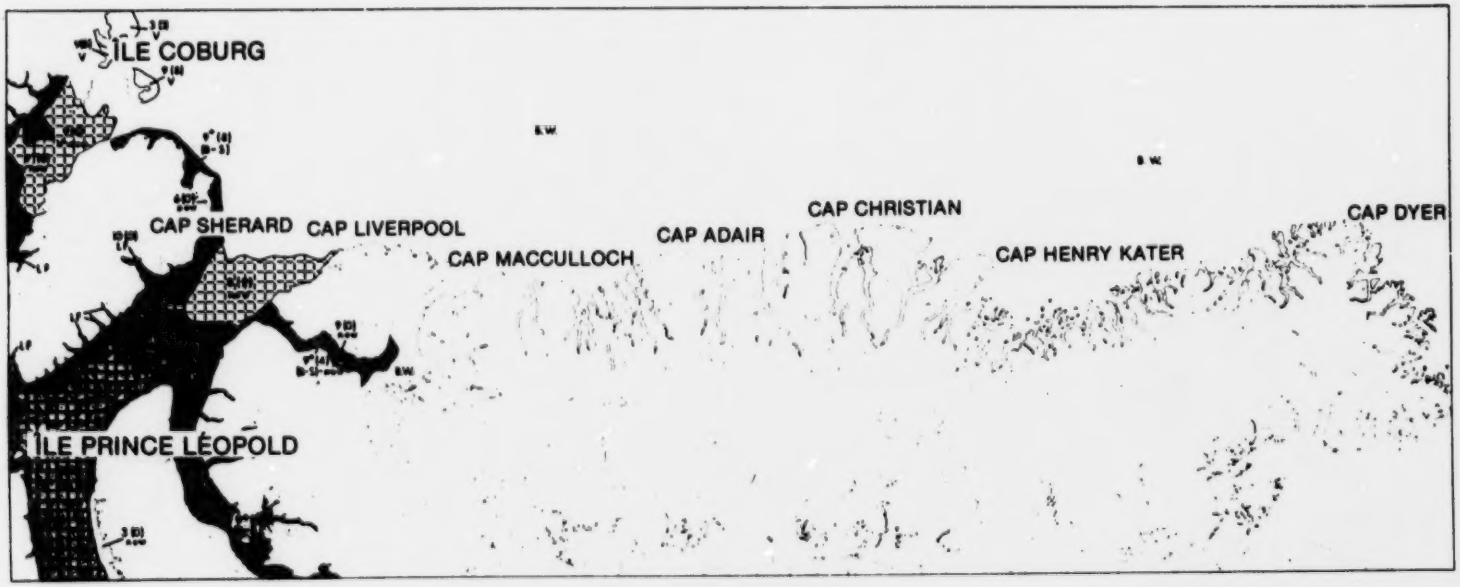
21 août 1979



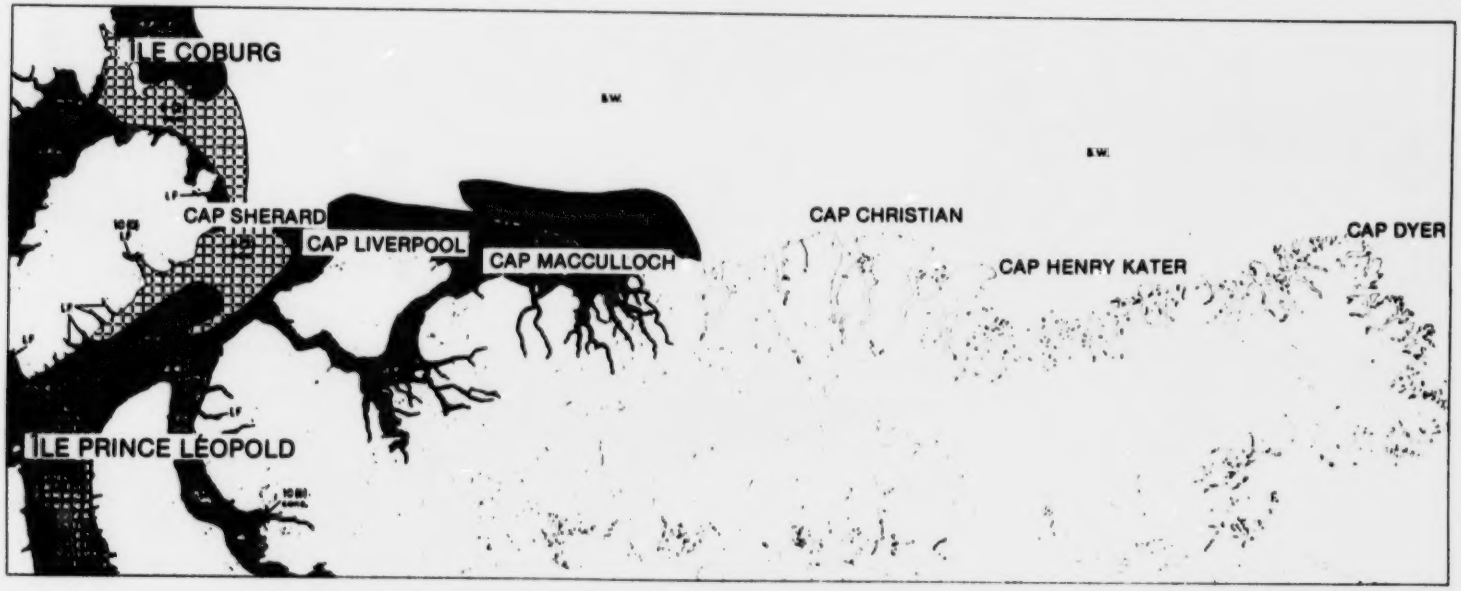
4 septembre 1979



18 septembre 1979

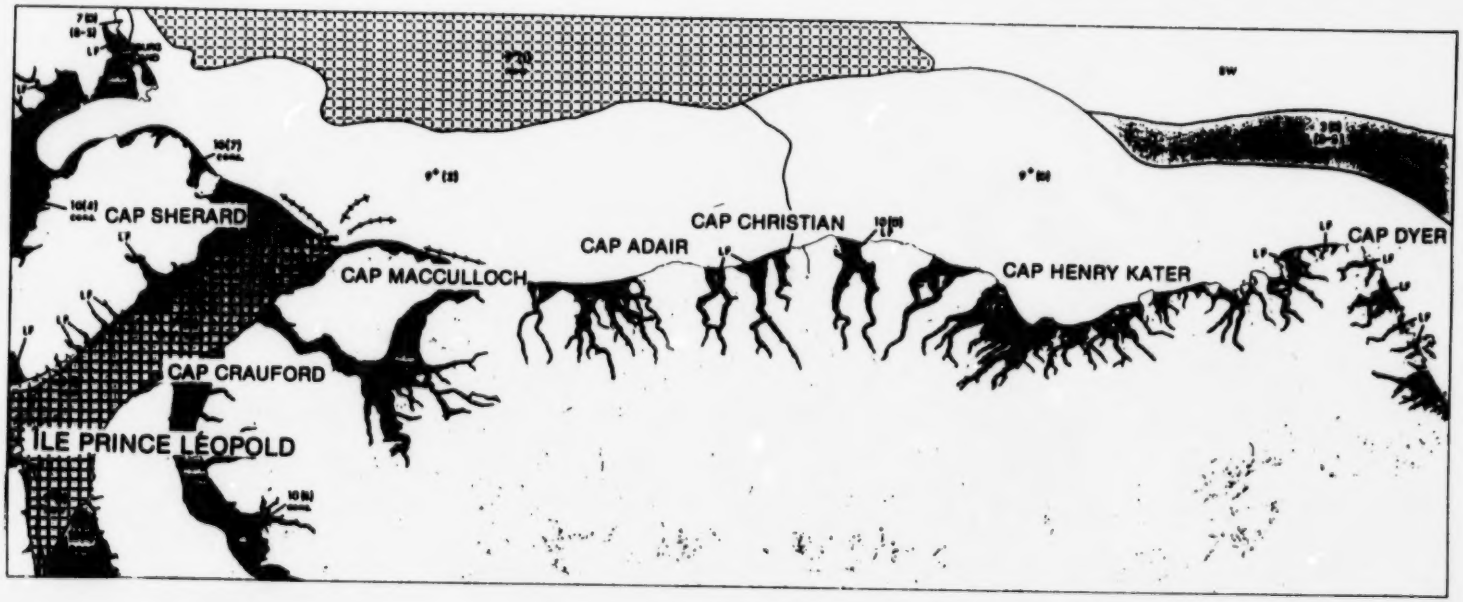


2 octobre 1979



16 octobre 1979

30 octobre 1979



13 novembre 1979